



# UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

## TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Estudio comparativo mediante cata de vinos elaborados sin SO<sub>2</sub>

Autor/es

IOSU AMATRIA SENAR

Director/es

ANTONIO TOMÁS PALACIOS GARCÍA

Facultad

Facultad de Ciencia y Tecnología

Titulación

Grado en Enología

Departamento

AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN

Curso académico

2016-17



***Estudio comparativo mediante cata de vinos elaborados sin SO<sub>2</sub>***, de IOSU  
AMATRIA SENAR

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative  
Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.

Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los  
titulares del copyright.

© El autor, 2017

© Universidad de La Rioja, 2017

[publicaciones.unirioja.es](http://publicaciones.unirioja.es)

E-mail: [publicaciones@unirioja.es](mailto:publicaciones@unirioja.es)

# Trabajo de Fin de Grado

## ESTUDIO COMPARATIVO MEDIANTE CATA DE VINOS ELABORADOS SIN SO<sub>2</sub>

*Autor:*

*Josu Amatría Senar*

*Tutor/es: Don Antonio Tomás Palacios García*

*Fdo.*

**Titulación: Grado en Enología**

**Facultad de Ciencias y Tecnología**



**UNIVERSIDAD  
DE LA RIOJA**

**Año Académico: 2016 - 2017**

## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
Origen del sulfitado en vinos .....	4
Uso del dióxido de azufre (anhídrido de sulfuroso) en el tratamiento de mostos y vinos ...	7
Las diferentes formas de sulfitos.....	9
Formas del So <sub>2</sub> en vino.....	11
Puntos críticos a proteger por el sulfitado .....	13
Dosis y reglamentación:.....	14
Ventajas y desventajas .....	15
Vinos ecológicos Biodinámicos y Naturales .....	16
El sulfuroso y la salud .....	19
Alternativas al sulfuroso en vinificación y conservación del vino.....	1
Bodegas .....	34
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>37</b>
<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>38</b>
CATA Y RECOGIDA DE DATOS.....	38
CATA DESCRIPTIVA .....	39
CATA TRIANGULAR.....	38
ORDEN PREFERENCIAL.....	40
ANÁLISIS ESTADÍSTICO: .....	40
VINOS .....	41
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>41</b>
CATA DESCRIPTIVA .....	47
FASE VISUAL.....	47
FASE OLFATIVA .....	48
FASE GUSTATIVA.....	51
FASE RETRONASAL.....	52
CATA TRIANGULAR DE DIFERENCIACIÓN .....	54
ORDEN DE PREFERENCIA HEDÓNICA .....	54
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>57</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>58</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>60</b>

## **RESUMEN**

El trabajo realizado es pionero, ya que apenas existen trabajos con datos científicos que hayan estudiado el empleo de sulfuroso en vinos. A pesar de ser un tema muy de moda en el sector vitivinícola a nivel mundial, el uso mínimo o nulo de sulfuroso en vinos, es una materia poco estudiado hoy en día.

El trabajo trata de comparar 3 vinos con características semejantes, elaborados de una manera tradicional con SO<sub>2</sub> frente a sus 3 vinos homólogos esta vez elaborados con cero SO<sub>2</sub>. El objetivo es ver si el consumidor es capaz en primer lugar de diferenciarlos, y por último cuáles son evaluados de una forma más positiva en una cata a ciegas.

Los tres vinos fueron elaborados con la variedad Tempranillo. Dos de ellos pertenecen a la D.O Navarra y el último a la D.O.Ca Rioja. Se sometieron a un panel de catadores profesional a ciegas para evaluar y comparar sus características mediante un análisis sensorial descriptivo.

## **ABSTRACT**

The study is a pioneer since there are hardly any scientific studies that have studied the use of sulfur in wines. In spite of being a very fashionable subject in the wine sector at world-wide level, the minimum or null use of sulphurous in wines, is a matter little studied today.

The work tries to compare 3 wines with similar characteristics, elaborated in a traditional way with SO<sub>2</sub> compared to its 3 homologous wines this time elaborated with zero SO<sub>2</sub>. The objective is to see if the consumer is able first to differentiate them, and finally which are evaluated in a more positive way in a blind tasting.

The three wines were made with the Tempranillo variety. Two of them belong to D.O Navarra and the last to D.O.Ca Rioja. They were subjected to a panel of professional blind tasters to evaluate and compare their characteristics through descriptive sensory analysis.

## **PALABRAS CLAVE:**

Sulfuroso, natural, vino, cata descriptiva, cata triangular, alternativas, Peña el Gato.

## **KEY WORDS:**

Sulphurous, natural, wine, descriptive taste, triangular taste, alternativas, Peña e Gato, Bodegas Lezaún, Bodegas Aroa.

## INTRODUCCIÓN

### Origen del sulfitado en vinos

Los primeros rastros históricos del origen del vino aparecieron en el Cáucaso alrededor de 8000 años a.C. en el estado actual de conocimiento una de las primeras elaboraciones de vino fue descubierta en Irán. Fue André Tchernia, arqueólogo, quien informó de los restos de un residuo amarillento depositado en la pared de un recipiente neolítico encontrado en Hajji Firuz Tepe, que demostró ser una mezcla de ácido tartárico y resina. El ácido tartárico proviene lógicamente de las uvas y la resina de otros derivados vegetales utilizados para proteger el vino durante la vinificación (A. Aguado y A.T. Palacios 2014).

El antiséptico más antiguo, y producto enológico, para la conservación de del vino es entonces la resina, cuyo uso ha persistido en los vinos griegos en la actualidad, “retsina”. Para este tipo de vinos la unión europea permite la utilización de resina de *Pinus halepensis* (A. Aguado y A.T. Palacios 2014).



Ilustración 1: Primeras bodegas en la historia

Los antiguos egipcios tenían a su disposición una rica farmacopea (libros de recetas de productos con propiedades medicinales), ya que conocían bien las propiedades de las plantas y sus extractos. El vino formaba parte del culto de a las divinidades y de las mesas de la alta sociedad de faraones. A parte de la resina ya nombrada, los egipcios utilizaban



extractos de plantas para mejorar el sabor y la conservación de los vinos (A. Aguado y A.T. Palacios 2014).

Durante varios de miles de años, desde la época sumeria hasta la época romana, el vino fue almacenado y transportado en ánforas de barro. Estas ánforas eran recipientes con propiedades muy interesantes. Su capacidad varía de 18 a 30 litros. Las ánforas eran de un solo uso, desechables, no contaminantes por su reutilización y, sobre todo, eran inertes (A. Aguado y A.T. Palacios 2014).



*Ilustración 2: Tinajas utilizadas por los griegos para transportar vino*

Durante la guerra de las Galias, allá en el año 51 a.C., Julio César certifica el uso del barril en los vinos, debido a los Galos. La Galia y el norte de Europa eran un inmenso bosque, sin viñedos: los galos producían muy poco vino, no sabían a penas nada de enología, por ello importaban el vino de Italia. Es entonces cuando aparece el uso del barril (A. Aguado y A.T. Palacios 2014).

Al principio, la elección del barril era una opción práctica y económica, en detrimento de la calidad del vino transportado en ánforas. Los vinos transportados en barricas, a su llegada se picaban y se oxidaban fácilmente. Los galos se convierten entonces en los herederos de un nuevo arte: deben adaptarse a la vinificación en barriles y deben inventar una nueva enología (A. Aguado y A.T. Palacios 2014).



*Ilustración 3: Primeras barricas utilizadas para almacenar vino*

Para comenzar, se necesitaba un buen conservante para el vino. Las cualidades antisépticas del azufre ya se conocían en la antigüedad. Alexis Lichine escribió en su enciclopedia sobre

vinos acerca del uso de azufre para el almacenamiento y la conservación del vino alrededor del año 700 a.C. Para el barril, el azufre quemado tenía doble de ventaja: conservar los barriles vacíos y enriquecer el vino en sulfitos para su buena conservación. El período de transición del ánfora al barril duró cerca de tres siglos, entre Julio Cesar y la caída del imperio Romano (A. Aguado y A.T. Palacios 2014).

El nombre del azufre procede del latín sulphur, el cual proviene a su vez del sánscrito sulbari, y su dióxido formado por combustión se traduce como sulphurous. Este elemento se conoce desde los tiempos más remotos, mencionándose en la Biblia con el nombre de piedra inflamable. En las representaciones y textos escritos, son muy numerosas las manifestaciones de este elemento y sobre todo de los efectos que producía su combustión. Los antiguos egipcios lo utilizaban para purificar el aire de sus templos. También en el Génesis se cita la lluvia de azufre y fuego que Dios hizo descender para castigar a las ciudades de Sodoma y Gomorra para destruirlas y purificarlas. También en el Apocalipsis se dice que el diablo será lanzado a un lago de fuego y azufre (J. Hidalgo).

Los griegos utilizaban este elemento en el culto de Hefaiostos, dios de los infiernos. Las erupciones volcánicas que se presentaban, arrastraban cantidades enormes de azufre, donde el sofocante olor del gas sulfuroso se consideraba como un síntoma del Dios subterráneo (J. Hidalgo 2016).

Debido a sus propiedades inflamables, los alquimistas creyeron que el azufre era esencial en la combustión, mientras que los griegos y romanos lo usaban en medicina e incluso como agente blanqueador de tejidos. Los alquimistas pensaban que al arder se formaban de forma enigmática nuevas sustancias, considerándolo como un componente fundamental para la obtención de la piedra filosofal, que tan infructuosamente trataban de encontrar para obtener oro de forma artificial (J. Hidalgo 2016).

Los siglos de calentamiento global que sufrió Europa en el siglo III impulsaron el cultivo de la viña en el norte de Europa. En estos tiempos cálidos se dependió cada vez más de los sulfitos debidos a los pH elevados. A partir del siglo XIV el clima se fue enfriando, la acidez, la acidez del vino aumentó y, por lo tanto, la percepción y la agresividad de los sulfitos también. Hacia el final del Sacro Imperio Romano Germánico, bajo el reinado de Federico III (1415-1493), varios edictos imperiales prohibieron el uso del azufre en el vino que no se respetaron. Los vinos por aquel entonces, eran sulfitados excesivamente, hasta el punto de provocar molestias sobre los consumidores. Podemos deducir que entre el siglo X y el XIV los vinos contenían probablemente diez veces más de sulfitos que los de hoy en día. A partir de 1487 el emperador Maximiliano I impone un límite legal de sulfitado de 16g de azufre por cada 1000L de vino, lo que son 32g/L de SO<sub>2</sub> (A. Aguado y A.T. Palacios 2014).

Durante el periodo de clima frío, pequeña edad de hielo entre 1500 y 1800, especialmente los vinos del norte se hicieron cada vez más ácidos y a veces imbebibles. Debido a esta excesiva acidez, los vinos naturalmente estables necesitaban menos sulfitado. Ahora la pregunta es ¿los vinos deberían ser más saludables? Desafortunadamente no. Fue sin duda



en ese momento, el apogeo de los productos químicos tóxicos aplicados a los vinos. Los productores añadían acetato de plomo para redondear los vinos y para que les confiriese un sabor más dulce. El exceso de plomo también tuvo la ventaja de estabilizar el vino y hacer que éste fuese menos sensible a los picados acéticos y a otras enfermedades, incluso se podría mantener el azúcar residual sin refermentar (A. Aguado y A.T. Palacios 2014).

A partir del siglo XIX, el clima se calentó y los vinos perdieron gradualmente la riqueza en ácidos, sus “conservantes” naturales y otra vez se convirtió en la sede de desarrollos microbiológicos y enfermedades indeseables. Pasteur aprovecha entonces esta situación y tuvo la suerte y el placer de estudiar los brotes de bacterias y levaduras espontáneas. En 1863, a petición de Napoleón III, trató de desarrollar un método para conservar el vino. Propuso la filtración, que consistía en deshacerse de los microbios mediante el paso de del vino a través de un elemento poroso, pero también la adición de azufre, que por su efecto antiséptico actúa sobre los fermentos, asegura la estabilidad del vino y su desarrollo saludable. El abandono del plomo y el calentamiento global climático crearon una necesidad vital para los productores de vino, cuyo objetivo es dominar el amplio catálogo de enfermedades descrito por Pasteur (A. Aguado y A.T. Palacios 2014).

En resumen, la historia del vino tiene más de cinco milenios de vinos no sulfitados, tratados con extractos de plantas, y cerca de 1600 años de vinos con más o menos sulfitos y algo de plomo (A. Aguado y A.T. Palacios 2014)

Pero volviendo al dióxido de azufre como aditivo conservante de los vinos, y habiendo transcurrido casi 3000 años desde su utilización por los romanos hasta nuestros días, todavía no hemos sido capaces de encontrar un compuesto capaz de sustituirlo... su polivalencia, con numerosas propiedades encerradas en su molécula tan sencilla y barata de producir como es el  $\text{SO}_2$ , hacen que siga estando de plena vigencia (J. Hidalgo 2016).

### Uso del dióxido de azufre (anhídrido de sulfuroso) en el tratamiento de mostos y vinos

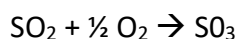
El anhídrido de sulfuroso es un gas producido por la combustión del azufre en el aire.

La generalización del uso del dióxido de azufre para la producción de vinos se remonta, aparentemente como ya hemos explicado con anterioridad, a finales del siglo XVIII. Sus numerosas propiedades lo hacen un auxiliar indispensable en las prácticas de las bodegas. Es probable que algunos vinos puedan ser vinificados en ausencia total o casi total de  $\text{SO}_2$ , pero sería presuntuoso pretender vinificar de esta forma todos los vinos producidos en los diferentes viñedos del mundo. No se debe olvidar tampoco la formación de cantidades pequeñas de sulfuroso por las levaduras de fermentación. La dosis en general son inferiores a  $10 \text{ mg. L}^{-1}$ . En consecuencia, la ausencia total de dióxido de azufre en el vino es excepcional, incluso en ausencia de todo sulfitado. Sus principales propiedades son las siguientes (P. Riberau Gayon).

1. **Antiséptico:** inhibe el desarrollo de los microorganismos, su actividad es mayor sobre las bacterias que sobre las levaduras. A dosis bajas, la inhibición provoca la destrucción de cierta proporción de la población microbiana; la eficacia de una dosis

dada aumenta al disminuir la población inicial, por ejemplo, por filtración. En la conservación se opone al desarrollo de todos los microorganismos (levaduras, bacterias lácticas y acéticas) y evita de este modo, la formación de turbiedad de las levaduras, la refermentación de vinos dulces, el desarrollo de las levaduras micodérmicas (flor) y las diferentes alteraciones bacterianas.

2. **Antioxidante:** combina en presencia de catalizadores, el oxígeno disuelto según la reacción:



Esta reacción es lenta, pone a los vinos a cubierto de la oxidación, que es de naturaleza química. Pero es ineficaz para proteger a los mostos cuya oxidación, de naturaleza enzimática, es muy rápida. El  $\text{SO}_2$  preserva a los vinos de una oxidación demasiado intensa de los compuestos fenólicos y de algunos elementos de aroma; previene la maderización. Contribuye a fijar un nivel de oxidorreducción suficientemente bajo, favorable para el desarrollo de las cualidades sensoriales durante la conservación y el añejamiento.

3. **Antioxidante:** inhibe instantáneamente el funcionamiento de las enzimas de oxidación (tirosina, lacasa) y eventualmente asegura luego su destrucción. Por ese mecanismo el  $\text{SO}_2$  protege los mostos de la oxidación, antes de iniciarse la fermentación. Evita igualmente la “casse oxidásica” en los vinos blancos y tintos originados en vendimias podridas.
4. **Aroma:** Al combinar el etanal y otros productos similares, protege el aroma de los vinos y hace desaparecer el carácter “aventado”.

La corrección de la dosis de sulfuroso contenido en vino suscita numerosos interrogantes. Es necesario evitar absolutamente las dosis excesivas, en primer lugar, por razones higiénicas. Por esas dosis excesivas intervienen también en el perfume del vino; comienzan neutralizando el aroma, antes que dosis aún más importantes comuniquen al vino los defectos característicos, es decir un olor sofocante e irritante, por un lado, una sensación de quemazón al final de la degustación, por el otro.

Por el contrario, si una dosis insuficiente no asegura una estabilidad total, una oxidación excesiva o un desarrollo microbiano puede comprometer la presentación y la calidad.

La corrección precisa no es simple, considerando los equilibrios químicos complejos a los cuales está sometida esta molécula en el vino; en función de la constitución del medio, existe bajo diferentes formas que no poseen las mismas propiedades.

## Las diferentes formas de sulfitos

El  $\text{SO}_2$  es una forma de sulfitos. El número de registro CAS (Chemical Abstracts Service) del dióxido de azufre es 7446-09-5. Este número es asignado por el CAS de los EE.UU., que sirve como un número de identificación único en el mundo.

El  $\text{SO}_2$  es el símbolo del dióxido de azufre, que existe de forma natural en estado gas. Su código europeo es E220. Bajo la forma de gas ácido ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) se introduce en el vino a partir de botellas presurizadas. Existen sulfitos en forma líquida, bien puros o diluidos en agua. Los sulfitos se comercializan bajo el nombre de anhídrido sulfuroso, sulfito sódico, sulfito ácido de sodio, metabisulfito sódico, metabisulfito de potasio, sulfito potásico, sulfito cálcico, sulfito ácido de calcio o sulfito ácido de potasio. Los códigos europeos para indicarlos son: E220, E221, E222, E223, E224, E225, E226, E227 y E228. El origen del azufre es variable. Aproximadamente, la mitad de los 60 millones de toneladas que se consumen cada año en el mundo, provienen de una extracción nativa de azufre de color amarillo, y el resto proviene de la purificación de las fuentes de energía fósiles: gas, carbón y petróleo. El mayor fabricante de sulfitos para la enología es Esseco, con sede en Milán. Utiliza el azufre de las refinerías de hidrocarburos.



*Ilustración 4: Mina volcánica de sulfato*

Los viticultores ecológicos se quejan de que el azufre tiene su origen petroquímico. Esta industria es responsable de la contaminación química de la agricultura mundial y todo esto inspira desconfianza. A pesar de todo, la pureza de este  $\text{SO}_2$  cumple los criterios de las normas alimentarias. Algunos viticultores han preferido el azufre de origen volcánico que el azufre extraído del petróleo.

Para aquellos que quieren promover un arte a la hora de realizar mechas de azufre, pueden referirse a la receta de Chaptal: la manera de componer pastillas de azufre varía considerablemente en los diferentes talleres: unos mezclan azufre y especias, polvos como el clavo, la canela, el jengibre, el iris de Florencia, flores de tomillo, lavanda, mejorana, etc.

juntando esta mezcla en un recipiente a fuego moderado. En esta mezcla fundida se sumergen tiras de lino y algodón. Otros utilizan el azufre que se derrite en el fuego, y luego impregnan tiras similares.

### **EL SO<sub>2</sub> PURO**

En esta forma, es un ácido extremadamente corrosivo. Es más peligroso que su “primo”, el ácido sulfúrico, debido a que es más volátil y penetrante. Su manipulación requiere precauciones, como el uso de gafas, ya que los accidentes más frecuentes son las quemaduras en los ojos.

### **SOLUCIONES SULFUROSAS**

La primera receta de una solución de azufre está dada por Jean-Antoine Chaptal. Hoy en día, el SO<sub>2</sub> se comercializa disuelto en agua. Las preparaciones de soluciones acuosas no pueden exceder de una concentración del 6% y son muy inestables por la liberación de SO<sub>2</sub> a la atmósfera. Esta forma de distribución debe desaparecer, ya que es muy poco ecológica: las condiciones de trabajo para su producción son perjudiciales, y contienen gran cantidad de agua para poco SO<sub>2</sub>. Además, su uso es impreciso e incómodo.

- ✓ Bisulfito de potasio: El enólogo puede utilizar también bisulfito de potasio (KHSO<sub>3</sub>) en solución al 15 o 18 % de SO<sub>2</sub>, o en polvo. En el vino, el bisulfito de potasio se disocia en SO<sub>2</sub> y potasio.
- ✓ Bisulfito de amonio: El bisulfito de amonio, cuyas soluciones pueden alcanzar concentraciones de 400 g/l o 40% de SO<sub>2</sub>, tiene la ventaja de liberar poco SO<sub>2</sub> a la atmósfera, lo cual hace cómodo su empleo; el ion amonio que se libera es consumido por las levaduras durante la fermentación alcohólica en la síntesis de proteínas. En el vino, libera iones de amonio, pero estos no muestran inconvenientes. Enológicamente y ecológicamente es defendible, su uso solo está permitido en el mosto y no en el vino. Esto es una pena, ya que es la mejor forma de utilización de sulfitos. El bisulfito de amonio no cristaliza, es muy duradero, no hay pérdida, es económico, se concentra y se requiere poca energía para el transporte y embalaje, es fácil y cómodo en su empleo y presenta menos riesgos que el SO<sub>2</sub> puro para los usuarios.

### **METABISULFITO DE POTASIO**

El metabisulfito, bajo la forma de polvo al 55% de SO<sub>2</sub> es el más económico. Algunos fabricantes lo ofrecen en comprimidos efervescentes. También existe en forma de compuestos granulados. Los gránulos localizados en la superficie del vino lo protegen contra la oxidación y las flores y los gránulos en las posiciones bajas limitan el desarrollo de la fermentación maloláctica.

## EL SO<sub>2</sub> NATURAL

Podríamos llamar SO<sub>2</sub> natural al SO<sub>2</sub> producido por las levaduras. Las levaduras pueden formar hasta 100 mg/l. El contenido en SO<sub>2</sub> natural de un vino depende de la cepa de levadura y de la composición del mosto. Una deficiencia en aminoácidos puede ayudar a aumentar la producción de SO<sub>2</sub>. La mayoría de las cepas de levaduras seleccionadas no lo producen. El análisis químico no permite distinguir por el enólogo el SO<sub>2</sub> producido por levaduras del SO<sub>2</sub> añadido. Este SO<sub>2</sub> producido no tiene interés técnico y hasta que se demuestre lo contrario, sigue siendo tan tóxico como el SO<sub>2</sub> adicionado. Cuando la levadura forma un ion sulfito, produce paralelamente suficiente etanal para combinarse y desactivarse inmediatamente. La formación de SO<sub>2</sub> natural combinado podría tener interés si se quisiera evitar la fermentación maloláctica, ya que las bacterias lácticas son sensibles al SO<sub>2</sub> combinado, pero diez veces menos que al SO<sub>2</sub> libre.

## Formas del So2 en vino

El sulfuroso está presente en vinos bajo dos formas, diferenciadas por su nivel de eficacia: el SO<sub>2</sub> libre y el SO<sub>2</sub> combinado. La suma de los dos es el sulfuroso total.

- **SO<sub>2</sub>Molecular:** es la forma más activa biológicamente y su proporción es muy dependiente del pH. El contenido de SO<sub>2</sub> molecular condiciona la estabilidad del vino frente a las levaduras, especialmente frente a *Brettanomyces* y frente a las bacterias lácticas. Sólo esta fracción de SO<sub>2</sub> impide la refermentación en la botella. Es muy dependiente del pH del vino. El SO<sub>2</sub> molecular es de aproximadamente diez veces más alta en un vino con pH de 2,9 (vino tipo Riesling o Champagne) que en un vino con pH de 3,8 (Gewurztraminer), para un mismo contenido en SO<sub>2</sub> libre. Esta forma es la responsable de las sensaciones picantes e irritantes en la nariz, lo cual dificulta la percepción aromática de los vinos. La agresividad picante del SO<sub>2</sub> molecular continúa en la boca, irrita la garganta, el esófago y el estómago. En el estómago, que tiene un pH de 2, todos los sulfitos, incluyendo el SO<sub>2</sub> combinado, se liberan y deben ser metabolizados por los sistemas enzimáticos de la sulfito-oxidasa.

El SO<sub>2</sub> molecular es un gas ácido irritante que entra en sinergia con el dióxido de carbono, el ácido acético y el alcohol para alterar los receptores olfativos. La concentración de estos cuatro compuestos debe ser equilibrada y controlada para no interferir la apreciación de los aromas del vino. En un vino espumoso, que libera mucho dióxido de carbono, las concentraciones de SO<sub>2</sub> molecular, de ácido acético y de alcohol deben ser menores que en los vinos tranquilos.

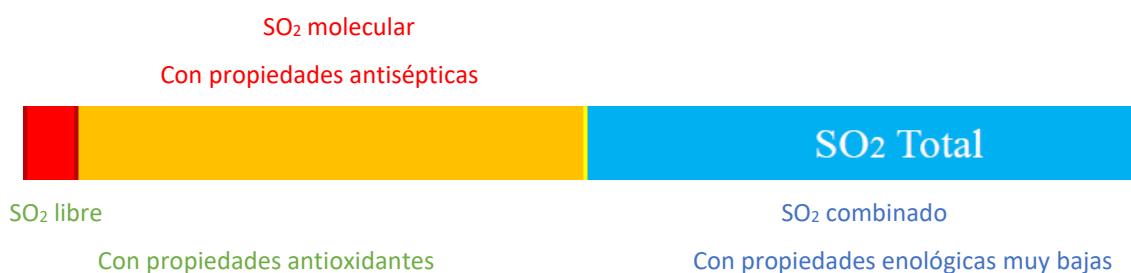
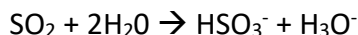


Ilustración 5: Esquema de las diferentes formas de Sulfuroso

- **SO<sub>2</sub> Libre:** es la forma más eficaz del SO<sub>2</sub> e incluye el SO<sub>2</sub> molecular y los iones bisulfito HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>



Es la parte de los sulfitos que es directamente oxidado por el yodo. La proporción de SO<sub>2</sub> libre no depende del pH. Expresa el exceso de SO<sub>2</sub> que no se ha combinado con un componente de vino. El SO<sub>2</sub> molecular es una fracción del SO<sub>2</sub> libre que nos interesa por su poder biocida, es decir, es estabilizante contra los microorganismos del vino. El SO<sub>2</sub> libre será útil por su poder antioxidante. Tiene la capacidad, por ejemplo, de unirse al etanal y neutralizar el olor de oxidación. También se puede combinar con las materias colorantes del vino y reducir el color de vinos tintos o la coloración amarillenta de los blancos. El SO<sub>2</sub> libre se debe evaluar de forma diferente que el SO<sub>2</sub> molecular.

Por lo tanto, estas nociones de SO<sub>2</sub> libre y molecular deben evaluarse tanto para la estabilidad microbiológica como para la capacidad de absorción del oxígeno: el nivel de concentración de SO<sub>2</sub> libre será calculado de acuerdo con la protección antioxidante deseada, y la concentración de SO<sub>2</sub> molecular será ajustada en función de los microorganismos a estabilizar, sin olvidar el impacto gustativo: desde 1 mg/l, el SO<sub>2</sub> molecular afecta y pica en la nariz. Pero hay un problema: no podemos ajustar independientemente el SO<sub>2</sub> molecular y SO<sub>2</sub> libre. Si aumentamos el SO<sub>2</sub> libre por su poder antioxidante, aumenta automáticamente el SO<sub>2</sub> molecular y la agresividad frente a la nariz del consumidor.

- **SO<sub>2</sub> combinado:** el SO<sub>2</sub> combinado reacciona con los aldehídos o las cetonas. Se dice que se combina y así pierde su eficacia. Muchas moléculas presentes en mostos y vinos sanos pueden ver limitada su acción debido a las combinaciones; pero es en los mostos procedentes de vendimias botritizadas o alteradas donde la combinación es más fuerte.

El SO<sub>2</sub> combinado incluye todos los sulfitos combinados con diferentes compuestos del vino. Estos no son perceptibles en la cata, pero tiene efectos fisiológicos. Se calcula con el SO<sub>2</sub> total, donde la mayoría está combinado. El SO<sub>2</sub> combinado no tiene mucho interés tecnológico. No tiene acción antioxidante ni efecto sobre las levaduras, pero si tiene un impacto en el desarrollo de las bacterias lácticas.

El SO<sub>2</sub> combinado indica la calidad del trabajo enológico realizado durante la vinificación y de la calidad de las uvas: el nivel de SO<sub>2</sub> combinado y total es inversamente proporcional a la implicación técnica del productor de vino. Cuanto más bajo sea el SO<sub>2</sub> total, significa que el productor está más atento de su viticultura (uvas sanas y maduras), y de su vinificación (higiene y microbiología), y del estado de conservación del vino (manipulación al abrigo del aire).



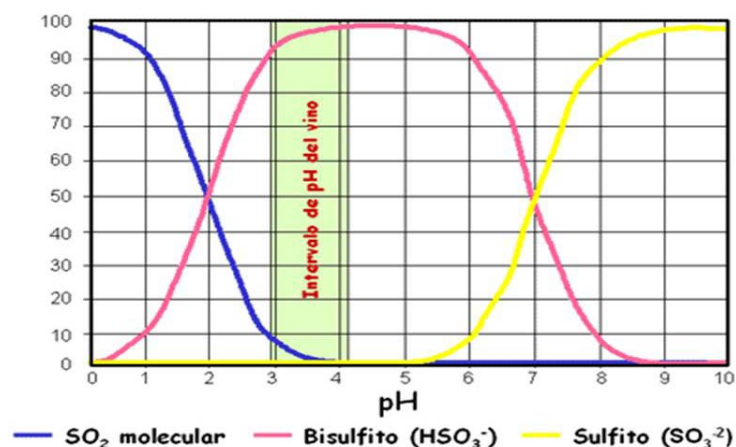


Ilustración 6: Diferentes formas de sulfuroso en vinos

## Puntos críticos a proteger por el sulfitado

### Vendimia

Una vendimia sana requiere poca utilización de SO<sub>2</sub>; este es necesario tan pronto como las bayas son estrujadas y los mostos escurridos. Este es el caso de los remolques que reciben una vendimia mecánica.

En vinificación en blanco, el prensado es una fase delicada ya que los mostos ofrecen una gran superficie de contacto con el aire en la bandeja de recepción situada bajo la prensa. El sulfitado es con frecuencia obligatorio. En cuanto a los caldos procedentes de prensa de vinos tintos, estos están cargados de taninos y dióxido de carbono y están bien protegidos de la acción del oxígeno; por el contrario, en este caso hay que temer la multiplicación de las bacterias acéticas.

### Durante la vinificación

En el esquema de la vinificación en blancos, el sulfitado durante el desfangado mejora la eficacia de este e impide el comienzo de la fermentación alcohólica por las levaduras indígenas.

Tanto las vinificaciones en blanco como en tinto, la incorporación de SO<sub>2</sub> permite eliminar las levaduras indígenas y facilitar la implantación de levaduras seleccionadas.

Durante la FA se puede aportar una dosis masiva de sulfuroso para bloquearla por completo, es el mutage.

Al final de la fermentación alcohólica, un trasiego seguido de un sulfitado permite eliminar las bacterias lácticas cuando no se desea la FML. Para los vinos que verifican la fermentación maloláctica, el sulfitado no es indispensable al final de su desarrollo si el vino está sano y se conserva a baja temperatura.

### **Durante la crianza**

Cada trasiego favorece la disolución de oxígeno en el vino, se procederá por tanto a un sulfitado de protección para evitar la oxidación y la multiplicación de las bacterias acéticas.

Las filtraciones favorecen la disolución de oxígeno al mismo tiempo que desplazan el dióxido de carbono que protege al vino. Las filtraciones serán también seguidas de un sulfitado.

### **Preparado para el embotellado**

Esta preparación es la última etapa para la cual se impone un ajuste del SO<sub>2</sub> libre ya que todavía una etapa que favorece los intercambios gaseosos y las contaminaciones. Los vinos blancos y los vinos azucarados deben ser especialmente vigilados para evitar su oxidación prematura y asegurar su estabilidad.

### **Dosis y reglamentación:**

#### **Dosis de SO<sub>2</sub> libres buscadas**

Para los vinos tintos, se buscan en general contenidos en sulfuroso libre de 15 a 25 mg/l; estos valores pueden bajarse de 5 mg para los vinos ricos en polifenoles. Por lo que respecta a los vinos blancos, el SO<sub>2</sub> libre se ajusta alrededor de 25 a 35 mg/l e incluso más en el caso de vinos azucarados. Los vinos secos y bien estabilizados podrán ser menos sulfitados.

Para ajustar el SO<sub>2</sub> libre, se utiliza la siguiente fórmula que tiene en cuenta la rápida combinación de una parte del SO<sub>2</sub> aportado.

$$\text{SO}_2 \text{ a añadir} = (\text{SO}_2 \text{ libre buscado} - \text{SO}_2 \text{ libre existente}) \times 3/2$$

#### **Limites europeos**

En los vinos tintos de menos de 5 g/l de azúcares residuales el límite es de 160 mg/l de SO<sub>2</sub> total (210 mg/l si contienen más de 5 g/l de azúcar).

En los vinos blancos y rosados con un contenido menor de 5 g/l de azúcar el límite es de 210 mg/l de SO<sub>2</sub> total (260 mg/l si contienen más de 5 g/l de azúcares y hasta 300 e incluso 400 mg/l para ciertos vinos dulces).

Los análisis sistemáticos son indispensables para controlar estos valores.

#### **Dosis de empleo y formas disponibles**

Las dosis a añadir en mostos y vinos están comprendidas normalmente entre 1 y 8 g/hl. Los valores elevados superiores a 4 gramos son señal de una higiene incorrecta, además estas dosis dan lugar a otros inconvenientes como se abordará más adelante. El ideal es recoger una vendimia lo más sana posible y proteger los mostros del aire para recurrir del sulfuroso con la menor frecuencia posible.

	Reglamentación de la CEE	Límites máximos aceptables (OIV)
Vinos tintos (azúcares < 5g . L <sup>-1</sup> )	160	175
Vinos blancos (azúcares < 5g . L <sup>-1</sup> )	210	225
Vinos tintos (azúcares > 5g . L <sup>-1</sup> )	210	300
Vinos blancos (azúcares > 5g . L <sup>-1</sup> )	260	360

Tabla 1: Dosis de empleo de sulfuroso en vinos

## Ventajas y desventajas

Dentro de los aspectos beneficiosos, de los cuales ya hemos nombrado algunos, se encuentran la selección de la flora bacteriana. El SO<sub>2</sub> inhibe el crecimiento de otras levaduras que no sean del genero *saccharomyces*. Esto es una ventaja por ejemplo si en nuestro caso inoculamos levaduras comerciales, ya que previamente mediante el sulfitado, eliminamos todas las levaduras presentes autóctonas, para que se impongan las que nosotros queramos. Otra ventaja es la destrucción de oxidasas como la lacasa y la tirosina. Mediante este proceso se evita la oxidación de aromas y de color.

Otra ventaja es su efecto antioxidante. En primer lugar, secuestra al oxígeno antes de que este reaccione, también reacciona con el peróxido de hidrógeno y por último reduce las quinonas, producidas por la oxidación, a su forma fenol inicial. Otra ventaja es que mediante la adición de SO<sub>2</sub> se aumenta la extracción de compuestos fenólicos del hollejo. Además, la adición de SO<sub>2</sub> reacciona con componentes del vino tales como acetaldehído, pirúvico, antocianos, ácidos cinámicos y azúcares reductores. Por último diríamos que protege el aroma del vino. Esto se consigue mediante la unión con acetaldehído.

En cuanto a los efectos perjudiciales podemos nombrar que la adición de SO<sub>2</sub> destruye la Tiamina o vitamina B1. Esto supone una pérdida del valor nutricional del vino. Además, la tiamina es un factor de crecimiento de las levaduras del vino, por lo que se disminuye la producción de compuestos carbonílicos.



Ilustración 7: Esquema de la causa negativa del uso de sulfuroso, que es la destrucción de la Tiamina

También podemos nombrar que la adición de sulfuroso inhibe la fermentación maloláctica, que puede suponer un problema técnico para los enólogos. A dosis elevadas de SO<sub>2</sub> el vino puede adquirir un olor picante y sabor desagradable. En determinados casos puede aportar sabores y olores a mercaptanos y a sulfhídricos. También señalar que decolora los antocianos cuando se une a ellos.

A día de hoy los problemas más importantes del empleo del SO<sub>2</sub> no son los nombrados anteriormente, que están relacionados más con problemas tecnológicos. El verdadero inconveniente está relacionado con la toxicidad del sulfuroso en el ser humano o con su

efecto negativo para la salud. Los consumidores cada día más demandan productos de alto valor nutricional, microbiológicamente seguros y naturales, sin aditivos químicos. Por esta razón el consumo de alimentos ecológicos y orgánicos se ha disparado en la última década.

### Vinos ecológicos Biodinámicos y Naturales

Desde hace ya unos años que se viene oyendo sobre este tipo de vinos. Bajo los términos de Agricultura Ecológica, Biológica, Orgánica, Biodinámica o Biológico-Dinámica se define un sistema agrario cuyo objetivo es:

- obtener alimentos de máxima calidad
- respetando el medio ambiente
- conservando la fertilidad de la tierra
- utilización óptima de los recursos
- sin emplear productos de síntesis

En los últimos años, este sistema de cultivo ha despertado enorme interés como respuesta al abuso indiscriminado de productos fitosanitarios de síntesis (degradación del medio ambiente, reducción de calidad e incluso toxicidad de los alimentos producidos.)

#### **Vinos Ecológicos:**

El primero en aparecer fue el vino ecológico, sobre la década de los años 80. Aunque no fue hasta el año 2012 cuando fue reconocido como un producto legislado por la unión europea como tal, “Vino Ecológico”.

El sulfitado puede ser únicamente con los siguientes procedimientos:

- Combustión de azufre puro comprimido o pastillas
- Combustión de mechas azufradas sobre soporte de celulosa, sólo en recipientes vacíos que no contengan mosto o vino.
- Adición de soluciones sulfurosas, del 5 al 8% de SO<sub>2</sub>, preferentemente recién preparadas en la bodega.
- La cifra de SO<sub>2</sub> total en mg/L en el producto terminado y dispuesto para el consumo, deberá ser lo más bajo posible y no exceder los siguientes valores.



*Ilustración 8: Sello que identifica un producto ecológico en la Unión Europea*

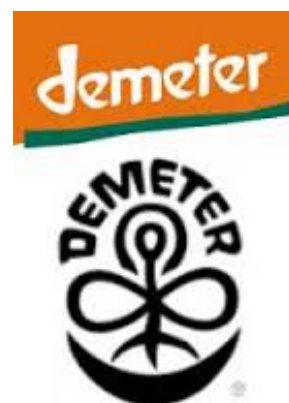
Azúcar	Blancos y rosados	Tintos
< 2 g/L	150	100
2-5 g/L	170	120
> 5 g/L	220	170
Vinos de licor	120-170	
Vinos espumosos	105-155	

Tabla 2: niveles máximos de SO<sub>2</sub> en vinos ecológicos

### Vinos Biodinámicos:

La agricultura biodinámica es un método de agricultura ecológica basado en las teorías de Rudolf Steiner, fundador de la antroposofía. La certificación de los productos y la obtención de la marca registrada Biodinámica depende del grupo privado Démetro.

Este tipo de agricultura considera las granjas como organismos complejos. Hace hincapié en la interrelación entre suelos, plantas y animales, tratando el conjunto como un sistema en equilibrio, evitando en la medida de lo posible intervenciones externas, teniendo en cuenta la pérdida de nutrientes debido a la salida de las cosechas y otros productos fuera de la finca.



Como en otras formas de agricultura ecológica, se evita el uso de fertilizantes, pesticidas y herbicidas industriales. La agricultura biodinámica se diferencia de otros tipos de agricultura ecológica en el uso de preparados vegetales y minerales como aditivos para el compost y aerosoles para el terreno, así como en el seguimiento de un calendario de siembra basado en el movimiento de los astros.

Ilustración 9: Sello que acredita un vino Biodinámico

	SO <sub>2</sub> Total	(mg/L)
Vinos Secos		140 110
Vinos dulces	Blancos y espumosos Tintos	180 140
Vinos licorosos		250-360

Tabla 3: límite legal de sulfuroso en vinos biodinámicos

### Vinos Naturales:

Vino natural es el vino obtenido con el mínimo de intervención posible, tanto en el cultivo del viñedo y la obtención de las uvas como en el proceso de elaboración en bodega y su transformación en vino.

El término se usa principalmente para distinguir este tipo de vinos los cuales se elaboran con uvas procedentes de viñedos con mínima intervención humana. Es dar un paso a la biodinámica. Este movimiento nace sobre el año 2010 en Francia, donde posee la mejor aceptación por parte de los consumidores. En nuestro país, Cataluña es la zona con mayor acogida de estos vinos y con mayores productores. Se celebran varias ferias anuales en nuestro país en torno a estos vinos y Barcelona es su capital con varios locales focalizados en éste producto.

La definición del vino natural genera bastante controversia y ha recibido muchas críticas. No hay una definición legal ni organismos que lo certifiquen, ni parece que esa sea la voluntad de los viticultores. Tampoco hay unanimidad en cuanto a la definición del vino natural ni por parte de los críticos ni de los mismos elaboradores, sobre todo en cuanto a lo que se considera un nivel aceptable de intervención. Por el contrario, sí existe una cohesión importante dentro de los sectores que defienden la línea menos intervencionista a la hora de cultivar la vid y elaborar el vino, estando representados en asociaciones y en diversos eventos.



*Ilustración 10: Cartel de una de las ferias más importantes sobre vinos naturales en España*

Estos son las 7 reglas básicas para que un vino sea considerado natural:

1. Cultivo respetuoso con el medio
2. Compromiso con el medio natural
3. El viticultor debe ser el autor (enólogo)
4. Se busca autenticidad y singularidad, estamos hartos de que los vinos actuales sean todos iguales
5. No se usa nada de anhídrido de sulfuroso ni en la viña ni en bodega
6. Se dice lo que se hace y se hace lo que se dice
7. Compromiso con la asociación y los asociados

En estas dos últimas reglamentaciones el empleo de SO<sub>2</sub> en vino tiene una consideración negativa sin embargo, el empleo de azufre en viticultura tiene una positiva.



La forma de actuación del dióxido de azufre usado en vinos como la del azufre en polvo usado en viticultura es similar. El azufre se oxida y transforma en SO<sub>2</sub> que penetra en los tejidos vegetales. Por tanto, ¿tiene sentido prohibir uno y aceptar el otro? No se trata por tanto de evitar el vertido de este gas al medio ambiente

Se trata de limitar su ingesta por los seres humanos, aunque existen dudas sobre su posible peligrosidad (Si existiera certeza, ya estarían totalmente prohibidos).

Hace pocos años apareció la polémica por una directiva comunitaria que contemplaba la prohibición de algunos biocidas, entre los que estaba el sulfuroso. La novedad era la acción medioambiental de estos productos y que contemplaba incluso la prohibición del sulfuroso como desinfectante, no como aditivo alimentario. Su uso como desinfectante podría provocar la contaminación del medio ambiente, en especial la atmósfera (evitar la lluvia ácida).

### El sulfuroso y la salud

Después de la destrucción de los viñedos por la filoxera, a partir de 1863, y debido a las guerras, a Europa le faltaba vino. Los fraudes en el vino, como la dilución con agua, la elaboración de vino artificial, la adicción masiva de azúcar eran prácticas populares que hoy en día han desaparecido.

Francia ha implementado una estricta reglamentación en la elaboración del vino, que ha servido de modelo para la legislación europea y mundial. En consecuencia, hoy en día los aditivos y las prácticas enológicas están muy limitados y muy bien supervisados. La viticultura ecológica está en continuo crecimiento y los viñedos alsacianos y catalanes son los pioneros en la materia, cuentan con aproximadamente 10% de las áreas en viticultura ecológica a día de hoy. Hasta Marzo del 2012 no existían los vinos ecológicos, sólo los vinos procedentes de la viticultura ecológica, desde entonces el reglamento EU 203/2012 del 8 de Marzo. La razón era que la viticultura utilizaba, principalmente a partir de la década de 1950, productos muy tóxicos, y era urgente encontrar soluciones y etiquetas que garanticen al consumidor un mínimo de seguridad alimentaria. De hecho, los productores ecológicos estaban luchando para desarrollar una especificación que les diferencie de la enología convencional. El principal debate entre UE y USA es que los vinos orgánicos en Estados Unidos no permiten el uso de SO<sub>2</sub>.

### EL SULFUROSO

Se sabe que 400 mg/l de SO<sub>2</sub> en agua destilada son insoportables: a esta dosis el SO<sub>2</sub> pica en la nariz, en los ojos y quema en la boca. En un vino blanco dulce de sobre maduración, la misma dosis pasa desapercibida. Es necesario juzgar la tolerancia y la toxicidad de los sulfitos en el contexto del vino y tener en cuenta las interacciones con los componentes químicos del vino. Otros componentes del vino tienen determinados umbrales de toxicidad y pueden actuar sinérgicamente de forma negativa con los sulfitos. Por el contrario, componentes con alto valor nutricional podrían reducir el nivel de toxicidad de los sulfitos. Pero determinados vinos están tan mal elaborados, que ya representan por sí mismos una carga nociva para el organismo humano.

## Alternativas al sulfuroso en vinificación y conservación del vino

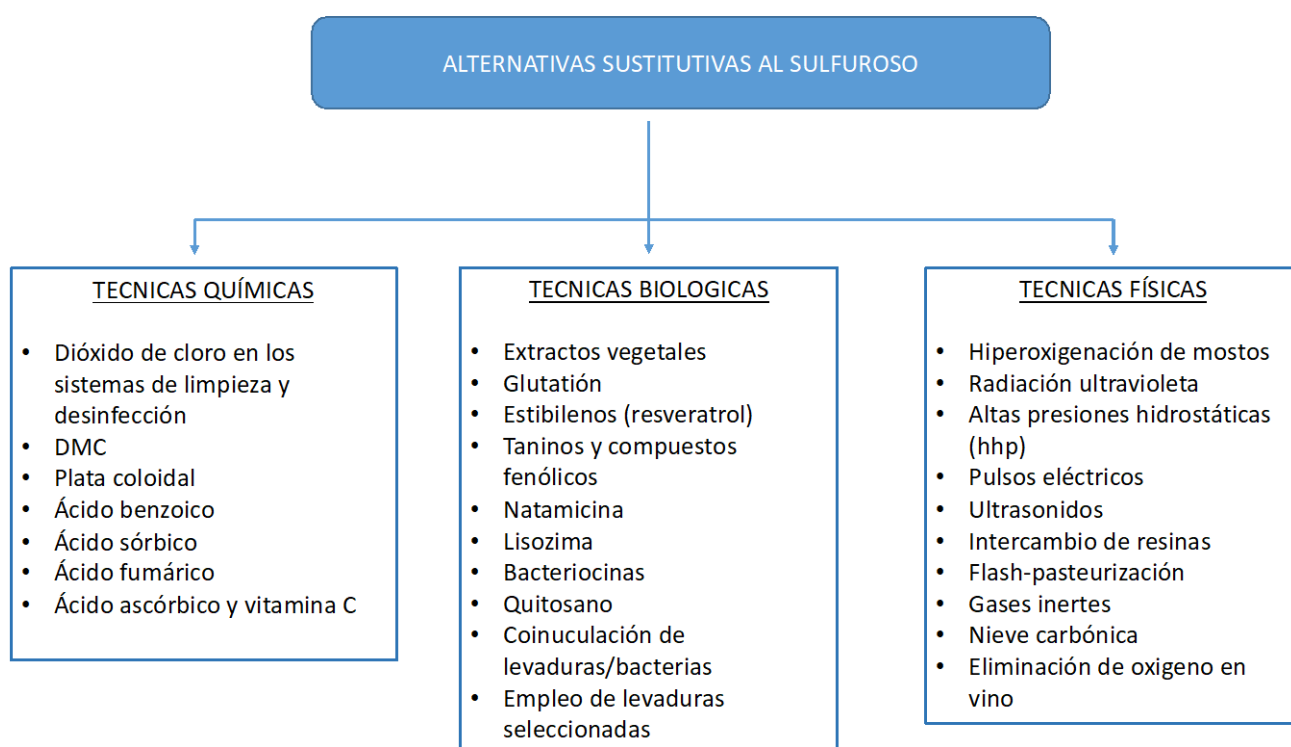


Ilustración 11: Diferentes métodos alternativos a el uso de SO<sub>2</sub>

Existen diferentes aplicaciones tecnológicas, que bien de forma aislada por si mismas, o de forma combinada, permiten disminuir el uso de sulfuroso en vinificación. Listamos a continuación algunas de ellas:

- Antioxidantes químicos y orgánicos: dióxido de cloro (ClO<sub>2</sub>), DMDC (dimetildicarbonato), plata coloidal, extractos vegetales (péptidos, oleuropeina del olivo, edible de *Grifola frondosa*, polisacáridos y agentes quelantes de metales).

- Antioxidantes naturales de la uva: glutación, cisteína y derivados, estilbenos (resveratrol), taninos de uva, tanto de semilla como de piel de uva.

- Biocidas biológicos y químicos: natamicina, lisozima, ácido benzoico, ácido sórbico, ácido fumárico, ácido ascórbico.

- Toxinas naturales: bacteriocinas, quitosano.

- Procesos biológicos y microorganismos inmovilizados: coinoculación levadura/bacteria, empleo de no *Saccharomyces* y *Saccharomyces* seleccionadas.

- Procesos físicos: hiperoxigenación, ultravioletas, altas presiones hidrostáticas, pulsos eléctricos, ultrasonidos, intercambio de resinas, flash-pasteurización.

- Utilización de gases inertes: nitrógeno, carbónico recuperado, ozono, nieve carbónica.

### **1. DMDC (DIMETILDICARBONATO)**

Se trata de un compuesto sintético llamado Velcorin®, a nivel comercial, de potente acción antimicrobiana, sobre todo frente a levaduras. Por su rápida degradación en medio acuoso, su empleo está optimizado para el momento del embotellado. Ejerce su acción microbicida al hidrolizarse en metanol y CO<sub>2</sub>. Este compuesto actúa a nivel enzimático, concretamente provoca la metoxycarbonilación de la histidina de las enzimas alcohol-deshidrogenasa y G3P-deshidrogenasa. Como inconvenientes, hay que citar la rapidez de su acción, que hace que el tratamiento deba realizarse sobre volúmenes pequeños y que el efecto sea momentáneo, por eso se aplica en el momento del embotellado, antes de la microfiltración, además del incremento de los niveles de metanol en el vino.

### **2. PLATA COLOIDAL**

La plata coloidal está constituida por microscópicas partículas sólidas de 0.01 a 0.001 micrones de diámetro, con moléculas de plata repartidas en agua. Las partículas se encuentran eléctricamente cargadas para mantenerse suspendidas de forma equilibrada en el líquido, sin depositarse en la superficie ni en el fondo, manteniéndose estables en un estado coloidal.

La plata tiene una antigua tradición terapéutica en su utilización en varias culturas como antiséptico. También era usada hace siglos por la Medicina Tradicional China y la Ayurvédica. Dejó de usarse como antiséptico con la llegada de los antibióticos alrededor de los años cuarenta del siglo pasado, pero a principios de los 90 se empezó a reutilizar y proclamar la plata coloidal como una especie de superantibiótico, capaz de eliminar más de 650 patógenos entre virus y bacterias en cuestión de minutos o incluso ayudar a curar la diabetes, el cáncer y el SIDA.

Cabe destacar que la utilización de plata coloidal no está aprobada ni por la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) ni por la Unión Europea. En la actualidad, el empleo de este producto en enología está en fase de estudio para su posible aprobación por parte de la OIV.

### **3. EXTRACTOS VEGETALES**

Los péptidos son macromoléculas compuestas de aminoácidos. Se suele distinguir entre oligopéptidos, que son combinaciones de cuatro aminoácidos como máximo, y polipéptidos, que poseen de cuatro aminoácidos en adelante. Entre los péptidos importantes en vinos destaca el glutatión, tripéptido que posee el aminoácido azufrado cisteína, y cuya presencia en los mostos los hace más resistentes a fenómenos de oxidación de la materia colorante, entre otros compuestos.

### **4. GLUTATIÓN (GSH)**

Es el tiol no proteico más abundante en la mayoría de los organismos vivos. Se trata de un tripéptido, siendo sus aminoácidos estructurales la cisteína, el ácido glutámico y la glicina. Presenta un potencial de oxidoreducción muy bajo, lo que le permite amortiguar las reacciones redox de las células. Su característica principal es la presencia de un grupo

sulfhidrilo (SH), un fuerte donador de electrones, que le otorga sus propiedades antioxidantes y la capacidad de mantener en forma reducida muchas otras moléculas en la matriz del mosto/vino.

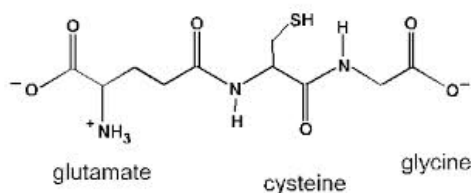


Ilustración 12: Fórmula estructural del glutatión (GSH)

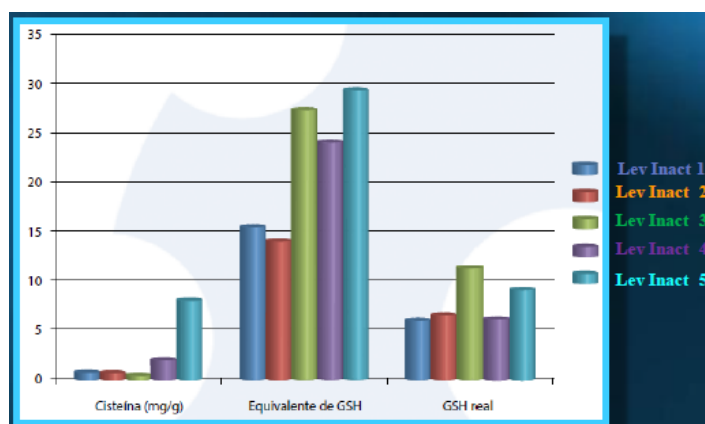


Ilustración 13: Contenido de glutatión oxidado y reducido a través de varias levaduras inactivas

### Cisteína y derivados en la formación de glutatión

La cisteína es un  $\alpha$ -aminoácido, se trata de un aminoácido no esencial, lo que significa que puede ser sintetizado por los humanos. La parte de la cadena donde se encuentra la cisteína es el tiol que es la parte no polar. El grupo tiol de la cisteína es nucleofílico y fácilmente oxidable. Debido a la habilidad de los tioles de sufrir reacciones redox, la cisteína tiene propiedades antioxidantes. Estas propiedades antioxidantes de la cisteína son mayoritariamente expresadas en equivalentes glutatión/tripéptidos que se producen tanto en humanos como en otros organismos. La disponibilidad sistemática de glutatión oral (GSH) es insignificante, por esto ha de ser biosintetizado a partir de los aminoácidos que lo constituyen, como son la cisteína, la glicina y el ácido glutámico.

## 5. ESTILBENOS (RESVERATROL)

A esta familia química pertenecen los polifenoles naturales presentes en muchas plantas superiores, por ejemplo, el trans-resveratrol de la uva. Es una sustancia natural producida por la planta en respuesta al estrés y sustancias nocivas, tales como las radiaciones UV.

El estilbeno es un hidrocarburo aromático que existe en dos formas diastereoisómeras, formas (E) o trans-estilbeno y (Z) o cis-estilbeno. La forma (Z) es la menos estable debido a impedimentos estéricos y con un punto de fusión de entre 5° y 6°C, mientras que la forma (E) tiene un punto de fusión de alrededor de 125°C. El cis-estilbeno puede ser convertido por fotólisis en su isómero trans-estilbeno, que posee una fluorescencia azul.

Los estilbenos permiten comprender por qué algunas variedades de vid son más o menos resistentes a los ataques de hongos. Se ha demostrado que las hojas de la vid inoculadas con el mildiu (*Plasmopara viticola*) van a producir estilbenos a nivel local después de unas horas. Estas hojas sintetizan primero resveratrol en grandes cantidades, pero la concentración de este compuesto puede cambiar según las variedades de la vid.

En la uva, el resveratrol se localiza, principalmente, en pepitas y piel, por tanto, en mosto y vino su concentración no es muy alta. La piel de uva fresca tiene de 50 a 100 µg/g de trans-resveratrol. Durante la maceración de la uva, el resveratrol es liberado de la piel de la uva, pasando a estar presente en el vino. En el proceso de maceración se produce mayor concentración de trans-resveratrol que cis-resveratrol, teniendo lugar una conversión de trans a cis cuando el vino es expuesto a la luz y al oxígeno. La concentración de resveratrol en vinos varía dependiendo de la variedad de uva, región geográfica, tipo de suelo, condiciones climáticas, estado sanitario de la uva, prácticas enológicas, etc.

## **6. TANINOS Y COMPUESTOS FENÓLICOS**

Los compuestos fenólicos son componentes intrínsecos de la uva con fuerte carácter antioxidante, precisamente a esta propiedad se atribuyen las positivas propiedades del vino frente a la salud, en especial las del vino tinto. Los compuestos fenólicos están relacionados con estrategias de defensa de las plantas. En el caso de la vid, frente a colonizaciones microbianas, actúan como inhibidores del crecimiento de microorganismos que pueden provocar enfermedades, o constituir un sistema defensivo frente a la ingestión por herbívoros, debido a su astringencia. Además contribuyen al color y aroma de muchos alimentos, incluido el vino.

Además de la dotación polifenólica propia de la madurez de la uva y de la vendimia, se puede incrementar o equilibrar la cantidad de polifenoles en bodega, buscando mejorar algunas de estas aptitudes, entre ellas, el poder antioxidante. El uso de taninos como antioxidante inhibe la acción de las principales enzimas oxidasas, responsables de procesos oxidantes degenerativos, como las tirosinas de uva o la lacasa fúngica.

Los taninos utilizados en el sector enológico son por lo tanto productos naturales de origen vegetal determinado, entre ellos, de la propia uva (tanino exógeno comercial) y se emplean para reforzar la acción natural de los taninos presentes en el vino (endógenos). Se clasifican en dos grandes familias: hidrolizables y condensados.

## **7. NATAMICINA**

La natamicina es un antibiótico que tiene actividad antifúngica (los bodegueros no quieren llamarle 'antibiótico', aunque sí lo es) utilizado en ciertas industrias alimentarias por su capacidad para eliminar levaduras, hongos y otros microorganismos que perjudican el proceso de maduración de los alimentos y/o bebidas. Pero no se puede utilizar en el caso de los vinos porque no figura en las listas de aditivos permitidos por el Código Internacional de Prácticas Enológicas de la Organización Internacional del Vino (OIV), y porque el Codex Alimentarius define sus usos, que nada tienen que ver con el vino. La natamicina no es tóxica, pero no figura en el Codex ni en la lista de la OIV para prácticas enológicas, por lo que no puede ser aplicada en vino. A pesar de ello, ha sido empleada de forma popular en países Sudamericanos por su elevada eficacia y falta de efecto nocivo.

## 8. LISOZIMA

Es una enzima aislada de la clara de huevo que se emplea en vinos para controlar las bacterias lácticas contaminantes. Actúa sobre la pared celular de bacterias Gram-positivas, dentro de las que se encuentran *Oenococcus*, *Pediococcus* y *Lactobacillus*. La lisozima no es activa frente a bacterias Gram-negativas como lo son las bacterias acéticas, debido a que la estructura de su pared celular es diferente y de mayor resistencia. No tiene actividad alguna sobre las levaduras. La efectividad de la lisozima no solo depende del tipo de bacteria, sino también del número de células bacterianas presentes en el medio.

## 9. ÁCIDO BENZOICO

El ácido benzoico es un ácido carboxílico aromático que tiene un grupo carboxilo unido a un anillo fenílico. Es un conservante utilizado tanto como ácido como en forma de sus sales de sodio, de potasio o de calcio. El ácido benzoico y sus derivados sólo se pueden utilizar para conservar alimentos con pH ácido. Protege sobre todo contra los mohos (también las variantes que producen aflatoxinas) y fermentaciones no deseadas, a veces se utiliza conjuntamente con el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) o los sulfitos para atacar un espectro más amplio de microorganismos.

## 10. ÁCIDO SÓRBICO

El ácido sórbico o ácido 2,4-hexadienoico es un compuesto orgánico natural empleado como conservante alimentario. Debe su nombre a que fue aislado por primera vez en las frutas del género *Sorbus*. Se emplea en enología en forma de sales (sorbato potásico principalmente) como agente fungistático, es decir, limita el desarrollo de las levaduras. El ácido sórbico, actúa inhibiendo enzimas vitales como las mediadoras del metabolismo de los hidratos de carbono, catalasa y peroxidasa, entre otras. En la práctica resulta interesante para vinos blancos con alto contenido en azúcar, aplicado en el embotellado, con el fin de evitar las refermentaciones. El ácido sórbico debe estar siempre asociado al SO<sub>2</sub>, pues no tiene ninguna acción antioxidante ni antibacteriana.

## 11. ÁCIDO FUMÁRICO

El ácido fumárico, es un compuesto orgánico con estructura de ácido dicarboxílico que interviene en varias rutas del metabolismo celular, siendo destacada su participación en el ciclo de Krebs. Las sales y ésteres son conocidos como fumaratos. Se utiliza en el procesado y conservación de alimentos por su potente acción antimicrobiana. Como aditivo alimentario, se usa como un regulador de la acidez y se representa por las siglas E297. No es tóxico y está aprobado para su uso como aditivo alimentario en la Unión Europea, EE.UU., Australia y Nueva Zelanda.

El ácido fumárico, no incluido entre los productos legalmente utilizables en enología, pero autorizado en USA, es un estereoisómero del ácido maleico, escasamente soluble en el agua y en el vino. Puede ser atacado por las bacterias lácticas y transformado en ácido L-láctico por acción de la enzima fumarasa.



## 12. ÁCIDO ASCÓRBICO O VITAMINA C

Se emplea en enología como antioxidante, aunque también se cuestiona su utilización debido a sus características protooxidante en determinadas situaciones tecnológicas. Cuando el ácido ascórbico es añadido al mosto o vino, éste se oxida rápida y preferencialmente dando dos productos de reacción: ácido dehidroascórbico y peróxido de hidrógeno (agua oxigenada). La reacción entre el ácido ascórbico y el oxígeno es mucho más rápida (tiempo medio de reacción 35 minutos) que la que ocurre entre el SO<sub>2</sub> y el oxígeno (que es muy lenta, unos 30 días). Si en el medio no hay suficiente ácido ascórbico para reaccionar con el oxígeno disuelto, puede comenzar una serie de oxidaciones acopladas. Si además, no hay suficiente SO<sub>2</sub> en el medio para reaccionar con el peróxido formado durante la oxidación del ácido ascórbico, comienza la oxidación directa de otros componentes del vino.

El empleo del ácido ascórbico tiene sentido en el proceso de vinificación en condiciones muy reductivas de mostos, con aromas y precursores varietales muy volátiles y de contenidos fenólicos muy bajos. No se recomienda su uso en mostos tintos.

## 13. BACTERIOCINAS

Las bacteriocinas son péptidos con actividad antimicrobiana segregadas por las bacterias para inhibir el crecimiento de otros microorganismos competidores. En la actualidad, las bacteriocinas producidas por las bacterias lácticas son las que encierran un mayor interés ya que las bacterias lácticas tienen el estatus de QPS (*qualified presumption of safety*). Las bacteriocinas segregadas por las bacterias lácticas han encontrado una importante aplicación como conservantes alimentarios naturales. En 1933 se describió por primera vez esa sustancia de naturaleza peptídica con actividad antimicrobiana producida por cepas de la especie *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, que posteriormente se denominó nisina.

## 14. QUITOSANO

Es un polisacárido natural de origen fúngico, aunque también está presente en el caparazón de crustáceos, pero éste no se puede utilizar en el caso de los vinos. Para su uso en enología, se extrae y se purifica a partir de la quitina de fuentes fúngicas alimentarias como *Aspergillus niger*. El quitosano está constituido por unidades de azúcar glucosamina (unidad desacetilada) y por unidades N-acetil-D-glucosamina (unidad acetilada) enlazadas entre sí por enlaces de tipo  $\beta(1-4)$ . Su modo de acción no es todavía muy bien conocido, parece que por un lado provoca la fijación de las células microbianas sobre las fibras del polisacárido, que son arrastradas al fondo del depósito (acción clarificante). También hay destrucción de células por interacciones de carga entre el polisacárido y las membranas celulares. Aunque puede emplearse en la clarificación e incluso flotación, dado su alto precio, se emplea principalmente para la estabilización microbiológica de los vinos afectados por la levadura contaminante llamada *Brettanomyces*.

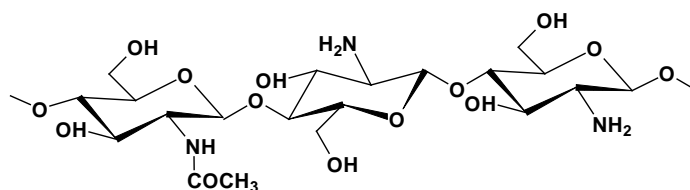


Ilustración 14: Esquema molecular del polímero Chitosano

## 15. COINOCULACIÓN LEVADURA/BACTERIA

Actualmente la mayoría de autores coinciden en que la mejor forma de controlar la fermentación maloláctica en los vinos es la inducción con cultivos iniciadores seleccionados. Existen en el mercado varios cultivos de bacterias lácticas seleccionados para la inducción de la fermentación maloláctica en el vino, la mayoría de ellos son cultivos de cepas aisladas de vinos pertenecientes a la especie *Oenococcus oeni*. Estos cultivos son seleccionados en base a su alta actividad maloláctica, la mejora organoléptica del vino obtenido y la baja producción de compuestos tóxicos para el hombre. Los primeros cultivos que se comercializaron precisaban de trabajo de preparación en bodega y personal técnico especializado para controlarlo, pero actualmente ya existen en el mercado varios cultivos de siembra directa o que precisan una simple rehidratación.

Aunque la fermentación maloláctica puede tener lugar de manera espontánea por la presencia natural de bacterias lácticas en el mosto y en el vino, en los últimos años, en muchas bodegas se está llevando a la práctica realizar siembras de bacterias lácticas seleccionadas de la especie *Oenococcus oeni* y *Lactobacillus plantarum* comercializadas en forma liofilizada para poder asegurar un buen funcionamiento del proceso y minimizar los problemas relacionados con fermentaciones malolácticas espontáneas (desviaciones organolépticas, producción de aminas biógenas, producción de carbamato de etilo, etc.). No obstante, el sólo hecho de inocular una bacteria láctica seleccionada no garantiza que la fermentación esté controlada. En algunas ocasiones y dependiendo de diversos factores (carga microbiana inicial, pH, temperatura, técnicas de elaboración del vino, etc.), la cepa estarter inoculada no se impone totalmente. Como resultado, cepas de bacterias lácticas autóctonas llevan a cabo la fermentación maloláctica junto con la seleccionada, corriendo el riesgo de obtener resultados impredecibles en el producto final. Trabajos previos han demostrado que el uso de bacterias lácticas comerciales para conducir la fermentación maloláctica disminuye la producción de aminas biógenas en relación con las fermentaciones malolácticas realizadas de forma espontánea.

## 16. EMPLEO DE NO *SACCHAROMYCES* Y *SACCHAROMYCES* SELECCIONADOS

En los últimos años, el uso extendido de levaduras seleccionadas ha aumentado la fiabilidad de la fermentación alcohólica y ha mejorado la calidad general de los vinos. Sin embargo, a pesar de las numerosas soluciones ofrecidas a los profesionales, se utiliza generalmente en bodega sólo el género *Saccharomyces*. De hecho, el efecto sobre el perfil sensorial de la fermentación llevada a cabo con especies no-*Saccharomyces* ha sido subestimado al no ser bien conocido. En los últimos años, los conocimientos científicos sobre las levaduras “exóticas”, se han desarrollado considerablemente, poniendo de manifiesto la existencia de numerosas oportunidades para su utilización en bodega. Estas cepas de levadura han

demostrado ser muy interesantes para corregir ciertos defectos analíticos del vino, pero sobre todo para intensificar y mejorar sus propiedades sensoriales. En particular, las especies *Torulaspora delbrueckii* y *Candida stellata* han sido estudiadas en detalle por sus aportaciones sensoriales durante la fermentación alcohólica.

### **17. HIPOXIGENACIÓN DE MOSTOS**

La hiperoxigenación es una técnica prefermentativa caracterizada por la adición de manera externa, hasta saturación, de oxígeno puro a un mosto sin adición de anhídrido sulfuroso. Tras una óptima decantación, se sigue el proceso usual de vinificación. Una vez que la fermentación alcohólica ha sido finalizada por las levaduras, el anhídrido sulfuroso podría ser añadido en una concentración limitada (3-4 g/hl) con el fin de proteger el vino durante el almacenamiento.

La aplicación de la técnica de hiperoxigenación es muy difícil de estandarizar, ya que depende en gran medida de la variedad de uva empleada.

### **18. RADIACIÓN ULTRAVIOLETA**

Según un estudio de la Universitat de Lleida (UdL), los investigadores han demostrado que la irradiación ultravioleta-visible (UV-vis) es eficaz para reducir la actividad enzimática y la carga microbiana en la elaboración de vino, posibilitando un menor uso de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). Es el resultado de una investigación del departamento de Tecnología de los Alimentos financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación, que también ha contado con la colaboración de las bodegas Raimat (Grupo Codorniu).

Esta tecnología, que también se está estudiando como alternativa a los tratamientos térmicos en el procesado de los zumos de frutas, ayuda a garantizar la estabilidad del vino sin afectar a sus propiedades organolépticas, sometidas a altos estándares de calidad. No obstante, en caso de aplicarse a nivel industrial, todavía sería necesaria una pequeña adición residual de SO<sub>2</sub> para inhibir completamente la actividad de algunas enzimas oxidativas, puesto que el tratamiento de irradiación reduce la actividad hasta un 82%, pero no es capaz de eliminarla completamente en algunas variedades.

Los expertos también señalan que todavía se requiere una mayor optimización del proceso antes de su aplicación, sobre todo para adaptarlo a las características propias de cada variedad de uva y evitar cambios de color a lo largo del proceso, principalmente en los vinos tintos.

Además de este estudio, otros investigadores españoles concluyen que someter las uvas a luz ultravioleta incrementa el contenido del vino tinto en resveratrol, sustancia conocida por sus poderes antioxidantes (descrita anteriormente).

*SurePure* es una empresa líder mundial en fotopurificación de líquidos turbios. Fue fundada como un grupo de investigación en el sector lácteo, pero la empresa se expande también a aplicaciones de otros sectores, entre ellos el sector enológico.

La tecnología *SurePure* es una oportunidad para desarrollar vinos innovadores, una tecnología para resolver problemas comunes en bodega y un “seguro” microbiológico para aumentar la vida útil del producto. *SurePure* utiliza la luz UV-C para purificar líquidos

microbiológicamente sensibles, como mosto y vino. La luz ultravioleta se transmite a tres longitudes de onda diferentes, y cada una de ellas difiere en sus efectos. La radiación UV-C tiene una longitud de onda germicida que llega a la inactivación de los microorganismos.

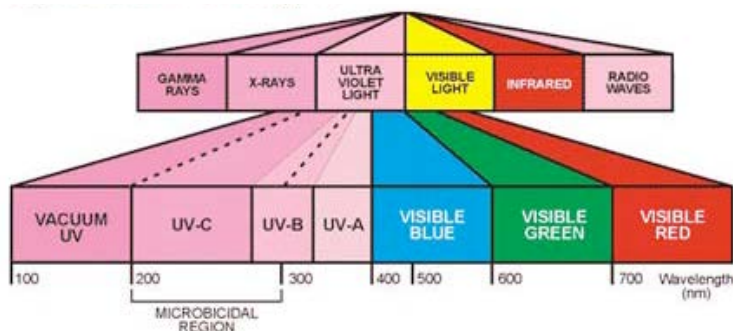


Ilustración 15: Espectro de la luz

El sistema *SurePure* emite luz UV-C a una longitud de onda germicida de 254,1 nm, que inactiva los microorganismos contaminantes, transfiriendo la energía UV-C directamente al ADN microbiano. Esto limita eventualmente cualquier efecto secundario sobre el mosto-vino y no modifica las características químicas y sensoriales. La cantidad de radiación UV-C depende de la turbidez del medio en cuestión, de la carga microbiana y de la velocidad de flujo requerida. El sistema está completamente cerrado, impidiendo así la entrada de oxígeno.

Las ventajas de esta tecnología son varias: eficacia microbiológica contra bacterias, levaduras y mohos; reducción de *Brettanomyces*; eficaz contra las paradas de fermentación; inhibe el desarrollo de la acidez volátil; capacidad para reducir o eliminar el uso de dióxido de azufre; alternativa a la filtración estéril; preserva la integridad sensorial, química y fenólica de vinos; y asegura la calidad y estabilidad del producto final.

## 19. ALTAS PRESIONES HIDROSTÁTICAS (HHP)

La estabilización microbiológica de los zumos de uva y vinos es uno de los grandes problemas en enología, especialmente por las consecuencias organolépticas e higiénicas debidas a los tratamientos térmicos y químicos. Las altas presiones se han propuesto también como método de conservación y estabilización microbiológica de vinos y zumos de uva a temperaturas de refrigeración, ambiente o moderada (< 50°C), prolongando su vida útil, sin alterar las características organolépticas del producto.

Es un tratamiento físico-químico que requiere presiones elevadas (400-500 MPa). La aplicación de altas presiones hidrostáticas para la estabilidad microbiológica en vinos es una alternativa, todavía en desarrollo, principalmente dirigida para reducir el uso de sulfuroso en la industria vitivinícola.

Como ventajas de esta alternativa hay que destacar, por un lado, que reduce el número de células contaminantes de levaduras del género *Brettanomyces*, las bacterias acéticas y las bacterias lácticas en un 99,99%, y por otro, no causa grandes modificaciones en las características sensoriales de los vinos.

## 20. PULSOS ELÉCTRICOS

La aplicación de pulsos eléctricos de alto voltaje (PEAV) es una tecnología de proceso no térmico que está comenzando a ser utilizada en la industria alimentaria. Se fundamenta en la aplicación de un campo eléctrico de alta intensidad y corta duración (pulsos) con vistas a favorecer la difusión de distintos compuestos de interés, como consecuencia del aumento de la permeabilidad de las membranas celulares. Estudios previos han demostrado que esta técnica favorece la extracción de compuestos fenólicos durante el proceso de elaboración de vino tinto.

La técnica de PEAV sería una alternativa válida en climas cálidos para emplear en la vinificación de variedades con poco color, como la Garnacha y el Pinot noir, así como para la obtención de vinos rosados.

La aplicación de los PEAV tanto al mosto previamente a la fermentación, como al vino una vez concluida la misma, podría ser una alternativa eficaz al uso del anhídrido sulfuroso. Garde-Cerdán *et al.* demostraron la posibilidad de elaborar vino blanco mediante PEAV y sin utilizar SO<sub>2</sub>.

## 21. ULTRASONIDOS

Los ultrasonidos son ondas sonoras con frecuencias por encima del rango auditivo humano (20 - 100 kHz). Las aplicaciones de los ultrasonidos se basan en el fenómeno físico de la cavitación, que puede inducirse en cualquier medio líquido.

En el sector enológico, se está desarrollando el proyecto UltraFineWine que, de salir adelante, puede ofrecer una nueva perspectiva en el envejecimiento de los vinos. El proyecto UltraFineWine, con la colaboración de la Comisión Europea, está investigando la incidencia que pueden tener en el desarrollo de los vinos la aplicación de series programadas de ultrasonidos. El proyecto pretende, mediante el uso de los ultrasonidos, que el proceso de envejecimiento sea más rápido y estable, garantizando la calidad del resultado, aunque esta no es la finalidad buscada como alternativa al SO<sub>2</sub>.

Lo que se busca mediante el uso de ultrasonidos es permitir que, mediante la emisión de series programadas de ultrasonidos, el vino pueda estar sujeto a altas temperaturas o presiones al mismo tiempo sin resultar alterado. Es decir, acortar el proceso de envejecimiento, con el correspondiente abaratamiento de costes para las bodegas, que no tendrían que almacenar el vino durante tanto tiempo antes de lanzarlo al mercado.

Los ultrasonidos también tienen su aplicación positiva en la desinfección de barricas de vino como alternativa al empleo del sulfuroso. Un estudio realizado por Laboratorios Excell Ibérica demuestra la utilización de los ultrasonidos para la desinfección de las barricas. Las duelas de 36 y 72 meses de contacto con vino contaminado por *Brettanomyces* y bacterias lácticas y acéticas, se sumergieron en un baño de ultrasonidos con agua a 65°C. Cada lote de duelas se sometió a ultrasonidos durante 3, 10 y 20 minutos. Posteriormente se realizaron los análisis correspondientes raspando 5 mm la madera y macerando los trozos en vino sintético para su posterior análisis microbiológico. Según los resultados obtenidos, el tratamiento resultó muy interesante para inactivar las contaminaciones microbiológicas por parte de *Brettanomyces*, que desaparecieron en todas las duelas. También hubo un efecto muy significativo sobre las bacterias lácticas, que aparecieron en población muy pequeña en una de las duelas tratadas durante 10 minutos. Sin embargo, el efecto no fue tan evidente

sobre las bacterias acéticas, mostrando éstas una particular resistencia en la mayoría de las duelas tratadas, lo que aconseja seguir investigando la tecnología de forma más amplia.

## 22. INTERCAMBIO DE RESINAS

La aplicación de tratamientos con resinas de intercambio iónico en mostos y en vinos se ha propuesto a las bodegas y se ha estudiado durante muchos años.

Las resinas de cambio iónico, bien sean sólo catiónicas ( $H^+$  por  $K^+$ ) o bien combinación de aniónicas ( $OH^-$  por distintos aniones) y catiónicas, se usan para lograr casi cualquier cambio especificado de acidez y sobre todo a nivel de pH.

Hoy en día, las que más se usan son las resinas intercambiadoras de cationes en la forma  $H^+$  para aumentar la acidez valorable y eliminar  $K^+$ , ya sea del mosto o del vino. Hay algún tratamiento combinado con resinas catiónicas y aniónicas, esta última en forma de  $OH^-$ , para reducir el pH, manteniendo constante la acidez valorable. Este procedimiento permite rebajar la concentración de aniones orgánicos, manteniendo bajo el pH y evitando cambios indeseables que pueden suceder si el pH aumenta a 4,0 o aún más alto, aunque sea temporalmente.

La mayor parte de las resinas catiónicas reducen mucho los compuestos nitrogenados del mosto además de los iones potasio, y de forma secundaria, cationes metálicos, como calcio y magnesio. La mayoría de los aminoácidos y varias vitaminas, actúan como cationes al pH del mosto, provocándose deficiencias nutritivas cuando se eliminan, que no se compensan adecuadamente sólo por la adición de sales amoniacales, y hay que añadir también tiamina y biotina, aconsejándose en estos casos el empleo de nutrientes complejos.

El polímero estireno-divinil-benceno, que es la matriz de soporte de la mayor parte de las resinas intercambiadoras de iones, también interviene en reacciones con componentes no iónicos, que no son importantes normalmente desde el punto de vista sensorial, pero que tienen importancia en la vida útil de la resina, que finalmente tiene que ser reemplazada. Los compuestos fenólicos no ionizados a menudo se adsorben, y como las resinas aniónicas se regeneran en la forma  $OH^-$ , los fenoles se oxidan y agotan o decoloran las resinas. Por esto, las resinas se deterioran más o menos en la regeneración, ya que no se retiran todos los materiales adsorbidos.

Para su utilización en enología, las resinas no sólo deben cumplir con su cometido de intercambio de iones, sino que también deben presentar una resistencia mecánica para soportar un elevado número de regeneraciones, y no deberán disolverse o ceder sabor alguno a los mostos o vinos tratados (como los ftalatos). Las resinas sulfónicas catiónicas cumplen perfectamente con estas exigencias, mientras que las aniónicas pueden modificar ligeramente el gusto de los productos tratados, así como ceder pequeñas cantidades de amonio cuaternario con un cierto efecto antimicrobiano.

La aplicación de las resinas de intercambio iónico a los vinos pueden resumirse en los siguientes tratamientos:

- Disminución o aumento de la acidez en los mostos o vinos (pH),
- Estabilización tartárica de los vinos por eliminación o reducción del calcio y potasio,
- Tratamiento de las quiebras metálicas por eliminación o reducción del hierro y calcio de los vinos,



- Eliminación del anhídrido sulfuroso de los mostos o vinos.

Uno de los efectos que el cambio climático está produciendo en los vinos, es la elevación gradual del pH y su consecuente bajada de acidez, lo cual afecta notablemente en la conservación de los mismos, fundamentalmente desde el punto de vista de su oxidación y de la aparición de desarrollos microbianos no deseados, que con frecuencia, son la causa de aparición de defectos organolépticos. Para corregir este problema en vinos existe la posibilidad de utilizar resinas intercambiadoras de cationes.

Las resinas intercambiadoras de cationes, en ciclo ácido, se encuentran aprobadas por la OIV (OENO 43/2000), donde se exige que la disminución del pH no debe exceder 0,3 unidades y que el pH alcanzado después del tratamiento no sea menor a 3,0. Además, el tratamiento no debe cambiar el carácter del vino ni disminuir el color del mismo.

### **23. FLASH-PASTEURIZACIÓN**

La flash-pasteurización fue utilizada con frecuencia en la década de los 80. Progresivamente abandonada, fue empleada más tarde para tratamientos de estabilización microbiológica, en casos de paradas de fermentación o de fermentaciones languidecientes. Desde hace ya algunos años, se la considera interesante para los tratamientos curativos o preventivos (*Brettanomyces*, bacterias lácticas) y para las operaciones de sulfitado.

La flash-pasteurización es una pasteurización rápida de una duración de unos diez segundos a altas temperaturas (70°C-76°C).

Los equipamientos propuestos son flash-pasteurizadores con placas (Michaël Paetzold, Brunet, Guérin...) o con calefacción por efecto joule (Actini).

Esta técnica puede permitir una reducción significativa de las poblaciones de microorganismos en mostos y en el vino, accediendo a reducciones de las dosis de dióxido de azufre, además de inactivar enzimas oxidativas adversas para el color y los aromas del vino.

### **24. UTILIZACIÓN DE GASES INERTES**

Bajo el nombre de «gases inertes» se definen todos aquellos gases que contiene la atmósfera, que en contacto o en disolución con el mosto o el vino, no producen reacción química o biológica alguna, a excepción del oxígeno que actúa como reactivo en diversas transformaciones, tales como oxidaciones químicas y enzimáticas, desarrollos microbianos aerobios, etc.

El nitrógeno es el gas más utilizado, por ser totalmente inerte y atóxico, siendo además de bajo coste y teniendo una solubilidad en el agua o en el vino muy inferior a la del anhídrido carbónico. En enología se utiliza la calidad «R» que contiene menos de 10 volúmenes de oxígeno en un millón, encontrándose en balas o botellas de acero de 20 a 50 litros de capacidad en forma de gas licuado hasta una presión de 200 atmósferas según la temperatura, aunque en instalaciones importantes se puede almacenar en recipientes a presión de 1.000 a 3.000 litros situados en el exterior de las construcciones. Un litro de nitrógeno líquido puede producir, a la presión atmosférica y a una temperatura normal, una cantidad de unos 640 litros de gas.

El anhídrido carbónico es un gas mucho más soluble que el nitrógeno, por lo que su utilización en la conservación de vinos queda más restringida, pues pueden aparecer burbujas de este gas no deseadas; aunque en algunas elaboraciones puede ser de interés que los vinos contengan una cierta cantidad de este gas en disolución, puesto que potencia el desprendimiento de aromas y sensorialmente los rejuvenece. El gas carbónico puede ser licuado por refrigeración a presión hasta una temperatura inferior a la temperatura crítica de +31,4°C, estableciéndose a temperaturas elevadas un volumen específico de 1,34 o de 1 kg de gas licuado ocupando 1,34 litros.

El ozono (O<sub>3</sub>) es un gas particular muy difícil de encontrar en estado puro, debido a la inestabilidad de su molécula, encontrándose en muy pequeñas cantidades en el aire atmosférico y acumulándose especialmente en la estratosfera, donde juega un papel importante en la filtración de las radiaciones ultravioletas situadas entre 200 y 300 nm de longitud de ondas nocivas para el ser humano. En la industria alimentaria este gas se utiliza por su poder desodorizante aplicado en recintos cerrados como cámaras frigoríficas, así como también por sus propiedades bactericidas y fungicidas en la atmósfera o sobre las superficies de los materiales, todas ellas debidas a su elevado poder de oxidación.

#### *Recuperación del CO<sub>2</sub> de la fermentación alcohólica:*

El sistema *Oresteo* es un método tecnológico novedoso, que permite, no sólo ahorrar energía, sino actuar sobre los diferentes procesos, desde la uva hasta la botella, aprovechando el carácter extractor, antioxidante y bacteriostático del carbónico. La base de *Oresteo* se fundamenta en la inmensa cantidad de dióxido de carbono que produce la transformación de la uva en vino. Cada litro de mosto produce alrededor de 50 litros de gas carbónico. Este “combustible gratuito” tiene unas características especiales, se trata de un antioxidante natural, de manera que se utiliza como medio protector, eliminando parcial o totalmente el uso de sulfuroso, obteniendo así vinos más naturales, expresivos y sanos. Pero el carbónico no sólo ejerce la citada labor antioxidante, además forma parte del vino desde el primer momento, ya que se encuentra en el vino recién elaborado, ejerciendo de protector y proporcionando frescura, de esta manera condicionamos o eliminamos también el uso del sulfuroso. Se puede utilizar en varias etapas durante la elaboración del vino, entre ellas, en la maceración prefermentativa, permitiendo maceraciones más largas y uniformes, evitando la ruptura de hollejos y sacando de ellos solo las sustancias nobles; en la fermentación, con el carbónico acumulado a presión y con el sistema de “setas”, se generan grandes burbujas, que desde abajo hacia arriba, bombardean los hollejos de manera programada llevando el líquido al contacto con los mismos; en la maceración post-fermentativa; en el almacenamiento del vino y en la crianza sobre lías.

## **25. NIEVE CARBÓNICA**

Una de las técnicas modernas, aplicadas particularmente a los vinos blancos, es el uso de la nieve carbónica.

La nieve carbónica es hielo seco, anhídrido carbónico en estado sólido, por lo que a temperatura ambiente, sufre el efecto de sublimación. Con ella se consigue bajar la temperatura al momento hasta unos -4 o -5°C. Se utiliza para hacer una especie de criomaceración a muy baja temperatura. Con esto se rompen las células internas de los hollejos y se consiguen extraer más aromas. Se suele utilizar antes de prensar la uva en vinos

blancos, y se deja durante varias horas (según los casos hasta 12 horas, aunque se puede utilizar menos horas, al arbitrio del elaborador, la masa de vendimia, variedad, etc.). Después de aplicar la nieve carbónica se ha de permitir que descongele un poco la uva para poder prensar, pues de lo contrario se pierde mucho mosto, es decir que cuanto más congelada esté la uva, más concentrado resultará el mosto.

Esta técnica permite proteger la vendimia contra la oxidación, mejora el potencial aromático del mosto y disminuye la necesidad de SO<sub>2</sub>, limitando así fermentaciones no deseadas.

## Bodegas

### **Bodegas Juan Carlos Sancha**

La Bodega Juan Carlos Sancha, está ubicada en la reconocida región de vinos de La Rioja. Concretamente en la localidad de Baños del Río Tobías, una de las zonas más frías de la región, que aporta una mayor calidad a los vinos, procedentes de las 5 hectáreas, propiedad de la empresa. Poseen viñedos desde hasta noventa años de edad junto con viñedos plantados hace unos 15 años.



*Ilustración 16: Juan Carlos Sancha posa en uno de sus viñedos*

El enólogo y propietario cuyo nombre es el mismo del de la bodega, desde sus inicios ha apostado por las variedades minoritarias de la zona tales como la Maturana Tinta, Maturana Blanca. Además, también trabaja otras locales más conocidas como la Garnacha y el tempranillo.

La bodega elabora vinos orgánicos ofreciendo tres variantes diferentes. Ad Libitum Maturana Tinta, Ad Libitum Tempranillo Blanco y Peña el Gato que en este caso es de Garnacha. Este último, que es el que nos interesa para el trabajo, debe su nombre a que las viñas de Garnacha con las que se hace este vino, están tan en pendiente que hasta ni los gatos se atreven a llegar allí.

Juan Carlos Sancha lleva más de 25 años trabajando en el sector del vino y ha desarrollado su actividad profesional en varias bodegas de diferentes zonas de España, al tiempo que ha desarrollado su labor docente, principalmente en la Universidad de La Rioja. En 2008, decidió emprender su proyecto más personal a partir del Proyecto de Investigación de recuperación de variedades minoritarias autóctonas de la D.O.Ca. Rioja desarrollado en la Universidad de La Rioja junto al catedrático de Viticultura Fernando Martínez de Toda. En la actualidad dirige su propia bodega, Ad Libitum, compatibilizándolo con labores de asesoramiento y docencia en distintas Universidades.



*Ilustración 17: Gama de vinos de Bodegas Juan Carlos Sancha*

## **Bodegas Aroa**

Bodegas Aroa es una pequeña bodega fundada en el año 2009, se encuentran en pleno Valle de Yerri, que es una de las zonas más altas de la Do Navarra. Son viñas frescas, gracias a su cercanía de los Pirineos y del Cantábrico, que le dan un fuerte carácter atlántico al clima mediterráneo. Es una de las zonas de la Península en la que más al norte se cultivan variedades tintas, al abrigo de las Sierras de Urbasa y Andía.



*Ilustración 18: Vista de Bodegas Aroa*

Las veinticinco hectáreas se dividen en siete viñas situadas alrededor de la bodega, y en ellas encontramos variedades de uva tinta: Garnacha principalmente, Tempranillo, Cabernet Sauvignon y Merlot y variedades blancas como Garnacha Blanca y Moscatel de Grano Menudo.

La bodega está diseñada para optimizar sus instalaciones al servicio de la uva, con la mayor eficiencia energética y el menor impacto posible sobre el medio ambiente. La bodega tiene dos plantas soterradas con climatización totalmente natural, donde se encuentran los depósitos de elaboración y la sala de barricas.

Todo el proceso es artesanal, desde la vendimia manual, a la selección de la uva antes de entrar a bodega, dos plantas soterradas con climatización totalmente natural, donde se encuentran los depósitos de elaboración y la sala de barricas.

Aroa ha ido un paso más allá de los vinos ecológicos con Le Naturel, una colección de dos vinos naturales, elaborados sin añadir sulfitos y con la mínima intervención posible durante todo el proceso. Para estos vinos, la maceración es corta y estática, y tras la fermentación no se clarifica y el filtrado es mínimo. Así se consigue expresar la esencia del lugar donde han nacido, se embotella el carácter y la personalidad de la viña, sin disfraces ni añadidos.



*Ilustración 19: Vino Le Naturel de Bodegas Aroa*

## **Bodegas Lezaun**

Bodegas Lezaún está ubicado en, Lakar, Navarra en las faldas de las sierras de Urbasa y Andia. Éste es un enclave privilegiado para la viticultura, con un clima de transición entre el atlántico y el mediterráneo.



*Ilustración 20: Exterior de Bodegas Lezaún en Lakar, Navarra*

En 1981, cuando la mayoría de los viticultores de la zona se agrupaban en bodegas cooperativas, en casa Lezaun se retomó la actividad y se

recuperan las antiguas técnicas de elaboración. A principios de los años

noventa, con la incorporación de una nueva generación es sin lugar a dudas cuando mayor empuje tiene la bodega y toma el aspecto actual. A finales de los noventa, se inaugura el Asador, habilitado para satisfacer la creciente demanda de lugares de encuentro donde combinar gastronomía, ocio, cultura y conocimiento. En la actualidad, los vinos compiten en el mercado internacional con una apuesta clara por la producción de vinos de *Agricultura Biológica o Ecológica*. Son muchos los premios que los avalan y nos animan a seguir trabajando por la calidad, contribuyendo además a un desarrollo sostenible.

Los vinos ecológicos de Bodegas Lezaún, son unos vinos donde la calidad del producto y el respeto por el medio son su mayor objetivo. Son vinos de corte actual y excelente expresión aromática con una estancia en barrica ajustada a las condiciones naturales de cada vino.



*Ilustración 21: Vino 0,0 Sulfitos de Bodegas Lezaún*

## OBJETIVOS

En los últimos años la sociedad ha comenzado a preocuparse mucho más que antes sobre la calidad de sus alimentos. Cada vez hay más consumidores que buscan alimentos con el menor número de productos químicos o con la menor intervención del hombre en su producción. El vino, lógicamente no iba a ser menos. Es por ello que existen diferentes movimientos que buscan elaborar este tipo de vinos. Desde hace años existen en el sector los vinos ecológicos, hace menos tiempo los vinos biodinámicos y el último tipo de vinos en incorporarse, son los vinos naturales. Este último formato digamos que es el más radical. Busca la elaboración de caldos con la mínima intervención del hombre, es decir, cero tolerancia al sulfuroso.

El presente trabajo posee la finalidad de realizar una comparación de diferentes vinos convencionales frente a estos sin sulfuroso, para ver en primer lugar si el consumidor cualificado es capaz de diferenciarlos en cata a ciegas. En segundo lugar, se pretende ver si realmente gustan más unos u otros mediante cata descriptiva.

## MATERIALES Y METODOS

### CATA Y RECOGIDA DE DATOS

La cata se realizó contando con la participación de 15 personas considerados como consumidores cualificados y especializadas, todos ellos son alumnos del Grado de Enología de la Universidad de La Rioja. Los catadores fueron considerados como profesionales, ya que todos poseían conocimientos sobre cata, es decir todos se encontraban en el último curso del Grado de enología. El lugar donde se realizó la cata fue la sala de catas de la Universidad de La Rioja.

El estudio posee 2 objetivos principales. El primero es intentar observar si existen ciertos atributos aromáticos y/o gustativos que se repitan a la hora de describir los vinos elaborados sin sulfuroso. Por otro lado, intentar observar si los catadores son capaces de diferenciar el vino con y sin sulfuroso únicamente mediante análisis sensorial. Para el primero de los objetivos se realizó una cata descriptiva y para el segundo una cata triangular de diferenciación.

Por último, también quisimos que valorasen cada uno de los vinos del mejor a peor, para ver cuáles eran sus preferencias.

### CATA TRIANGULAR

En primer lugar se realizó una cata de diferenciación mediante cata triangular para demostrar si las muestras con y sin sulfuroso realmente son apreciadas como diferentes. El objetivo de esta cata, volvemos a comentar que era ver si los catadores mediante cata eran capaces de distinguir o no, los vinos naturales frente a los que llevaban sulfuroso. Fue una cata triangular de 2 vinos en tres copas por puesto, con un total de 18 puestos de los cuales, cada catador probó 6 de ellos como se explicará posteriormente.

A este tipo de cata se le considera una prueba discriminativa o inferencial. Estas se usan cuando el investigador desea determinar si dos muestras son perceptiblemente diferentes. Es posible que dos muestras sean químicamente diferentes, pero que la percepción sensorial de las personas no sea capaz de diferenciarlos.

Con lo cual, al catador se le presentan tres muestras, dos son iguales y una es diferente siempre. Se le pide señalar de forma forzada la diferente, lo aprecie o no. En esta ocasión no fue así, pero a veces se le pide comentar la naturaleza de la diferencia.

Se realizaron 3 grupos de puestos por bodega. El primer grupo que va del puesto 1 al 6 pertenece a la bodega Juan Carlos Sancha, en segundo lugar a Bodegas Lezaún, que corresponde a los puestos del 7 al 12. Por último, el grupo de puestos que va del 13 al 18 sería para Bodegas Aroa. Organizando 18 puestos en total. Cada catador cató 6 puestos. La selección de cada puesto para cada catador se realizó aleatoriamente. En el presente caso se siguió el siguiente esquema:



**Catador 1 cató los puestos:** 1, 2, 7, 8, 13 y 14  
**Catador 2 cató los puestos:** 5,6, 11, 12, 17 y 18  
**Catador 3 cató los puestos:** 1, 2, 7, 8, 13 y 14  
**Catador 4 cató los puestos:** 3, 4, 9, 10, 15 y 16  
**Catador 5 cató los puestos:** 1, 2, 7, 8, 13 y 14  
**Catador 6 cató los puestos:** 5, 6, 11, 12, 17 y 18  
**Catador 7 cató los puestos:** 5, 6, 11, 12, 17 y 18  
**Catador 8 cató los puestos:** 1, 2, 7, 8, 13 y 14  
**Catador 9 cató los puestos:** 3, 4, 9, 10, 15 y 16  
**Catador 10 cató los puestos:** 5,6, 11, 12, 17 y 18  
**Catador 11 cató los puestos:** 3, 4, 9, 10, 15 y 16  
**Catador 12 cató los puestos:** 1, 2, 7, 8, 13 y 14  
**Catador 13 cató los puestos:** 5, 6, 11, 12, 17 y 18  
**Catador 14 cató los puestos:** 3, 4, 9, 10, 15 y 16  
**Catador 15 cató los puestos:** 3, 4, 9, 10, 15 y 16

## CATA DESCRIPTIVA

Una vez se realizó la cata triangular de los vinos, se pasó a realizar la cata descriptiva. En este caso se probaron los 6 vinos. El orden de servicio fue aleatorio mediante muestras balanceadas, para no influir a los catadores con el mismo orden a la hora de catar los vinos. En primer lugar, se sirvió el Peña el Gato Natural, en segundo lugar, el Aroa Natural, en tercer lugar, el Lezaún Natural, seguido del Aroa convencional, después el Lezaún convencional y por último el Peña el Gato convencional, cambiando dicho orden de forma aleatoria posteriormente.

Cada catador poseía una ficha de cata para cada vino, es decir un total de 6 fichas, donde marcaba las puntuaciones en cada atributo de cada uno de ellos. La ficha de cata se dividía en 4 grupos: el primero es la fase visual, el segundo la fase olfativa, el tercero la fase gustativa y por último, la fase de retronasal. Dentro de la primera fase, se encontraban 4 descriptores. En la segunda fase, la más amplia en número de descriptores, se encontraban hasta 23 descriptores. En la fase del gusto había menos descriptores que en la anterior, exactamente 11. En la última fase, la de la retronasal, se encuentran hasta 9 descriptores. El formato de puntuación iba desde los 0 puntos, que significaba que el catador no era capaz de apreciar ese atributo y 5 como máxima intensidad percibida del mismo.

AROMAS O FASE OLFATIVA						
<b>Intensidad aromática</b>	Grado de intensidad aromática a copa parada	0	1	2	3	4 5
<b>Herbaceos</b>	Vegetal, espárrago, musgo	0	1	2	3	4 5

*Ilustración 22: Formato de puntuación de los descriptores de la cata descriptiva.*

En los anexos se puede observar la ficha empleada para la realización de la cata. En la cata descriptiva se tomaron cada uno de los descriptores y se realizó una media entre las puntuaciones otorgadas por todos los catadores.

## ORDEN PREFERENCIAL

En cuanto al orden preferencial, quisimos realizar simplemente un estudio hedónico en los catadores para saber cuáles de ellos les habían gustado más, y por supuesto para saber si entre los ganadores había algún vino natural. Para ello, les hicimos que los ordenasen de mejor a peor, siendo el mejor de todos los vinos puntuado con un 6 y el peor con un uno. Se realizó una puntuación para compararlos. En dicha puntuación había que dar 6 puntos al vino que más te había gustado hasta 1 punto el que menos. Finalmente se sumaban todos los puntos de todos los vinos para clasificarlos.

## ANALISIS ESTADISTICO:

Para la realización del estudio estadístico recurrimos al programa estadístico XLSTAT 2016 (Addinsoft).

## PEÑA EL GATO 2015



**Vino:** Peña el Gato Garnacha Viñas Centenarias

**Denominación de origen,** D.O.Ca.Rioja,: Baños de Río Tobía, Rioja Alta. España

**Viñedo:** Viticultura ecológica.

**Variedad:** 100% Garnacha Tinta.

**Viñedo:** Viñedo singular de 99 años plantado en vaso.

**Suelo:** Viñedo plantado sobre laderas expuestas en forma de anfiteatro, de orientación sur a 750 metros sobre el nivel de mar, con suelos pobres, poco profundos y de marcado carácter arcillo-calcáreo.

**Elaboración:** Tras su despalillado, la uva se encuba en barricas de 500 litros de roble francés Tronçais en las que realiza la fermentación alcohólica y la crianza. El vino permanece en las barricas con las lías de la fermentación durante 11 meses. Este vino no realiza la fermentación maloláctica.

**Crianza:** 11 meses en barricas de roble francés Tronçais de 500 litros de capacidad.

**Vendimia:** Vendimia manual en cajas de 15 kg durante la tercera semana del mes de Octubre. De estos viñedos se obtiene una producción muy baja de unos 2.500 kg por hectárea.

**Cosecha 2015:** Cosecha calificada como Muy Buena por el Consejo Regulador de la D.O.Ca.Rioja, En la Zona del Alto Nájera ha sido una de las mejores cosechas de los últimos 20 años. Año de pluviometría escasa y de temperaturas significativamente más altas. Es el año más cálido de la historia en Rioja, en España y en el Mundo desde que se tienen registros. Ha sido la cosecha más temprana de la Historia de Rioja

**Clima:** De marcada influencia Atlántica, en una de las zonas más frescas de Rioja, con inviernos fríos, veranos templados, y otoños suaves y largos. La gran variación de temperatura entre el día y la noche provoca una lenta maduración, lo que resulta muy adecuado para la síntesis de polifenoles y el desarrollo aromático.

Ilustración 23: Vino Peña el Gato 2015

### Analítica:

<b>Alcohol:</b>	15,4 % Vol
<b>pH</b>	3,45
<b>Acidez Total</b>	5,0 g/l TH <sub>2</sub>
<b>Acidez volátil</b>	0,79 g/l AcH
<b>Sulfuroso Total</b>	34,0 mg/l
<b>Azúcares residuales</b>	2,1 g/l

**Notas de cata:** Destaca su color azulado de amplia intensidad. Su nariz frutal recuerda a fresas y frambuesas. Posee un paladar estructurado muy complejo, con taninos sedosos y elegantes. Tiene una acidez equilibrada y larga persistencia en boca.

# PEÑA EL GATO NATURAL 2015



Ilustración 24: Vino Peña el Gato Natural

**Vino:** Peña el Gato NATURAL. Garnacha Viñas Viejas

**Denominación de origen,** D.O.Ca.Rioja,,: Baños de Río Tobía, Rioja Alta. España

**Viñedo:** Viticultura ecológica.

**Variedad:** 100% Garnacha Tinta.

**Viñedo:** Viñedo singular de 106 años

**Suelo:** Viñedo plantado sobre laderas expuestas orientación sur a 750 metros sobre el nivel de mar con suelos pobres, poco profundos y de marcado carácter arcillo-calcáreo.

**Elaboración:** Tras su despalillado, la uva se encuba en barricas nuevas de 500 litros de roble francés Tronçais en las que realiza la fermentación alcohólica y la crianza. El vino permanece en las barricas con las lías de la fermentación durante 10 meses.

En todo su proceso de elaboración y crianza este vino no ha recibido sulfuroso ni ningún otro aditivo

**Crianza:** 10 meses en barricas nuevas de roble francés Tronçais de 500 litros de capacidad.

**Vendimia:** Vendimia manual en cajas de 17 kg durante la tercera semana del mes de Octubre. De estos viñedos se obtiene una producción muy baja de unos 2.500 kg por hectárea.

**Cosecha 2015:** Cosecha calificada como Muy Buena por el Consejo Regulador de la D.O.Ca.Rioja, En la Zona del Alto Nájera ha sido una de las mejores cosechas de los últimos 20 años. Año de pluviometría escasa y de temperaturas significativamente más altas Es el año más cálido de la historia en Rioja, en España y en el Mundo desde que se tienen registros. Ha sido la cosecha más temprana de la Historia de Rioja

**Clima:** De marcada influencia Atlántica, en una de las zonas más frescas de Rioja, con inviernos fríos, veranos templados, y otoños suaves y largos. La gran variación de temperatura entre el día y la noche provoca una lenta maduración, lo que resulta muy adecuado para la síntesis de polifenoles y el desarrollo aromático.

## Analítica:

<b>Alcohol:</b>	15,93 % Vol
<b>pH</b>	3,47
<b>Acidez Total</b>	5,8 g/l TH <sub>2</sub>
<b>Acidez volátil</b>	0,60 g/l AcH
<b>Sulfuroso Total</b>	8,0 mg/l
<b>Azúcares residuales</b>	2,1 g/l

**Notas de cata:** Destaca su color azulado de amplia intensidad. Su nariz frutal recuerda a fresas y frambuesas. Posee un paladar estructurado muy complejo, con taninos sedosos y elegantes. Tiene una acidez equilibrada y larga persistencia en boca.

# BODEGAS LEZAUN TEMPRANILLO 2016



Ilustración 25: Vino Lezaun  
Tempranillo 2016

**Vino:** Bodegas Lezaun Tempranillo

**Denominación de origen,** D.O Navarra,: Lakar, Valle de Yerri

**Viñedo:** Viticultura ecológica.

**Variedad:** 100% Tempranillo.

**Viñedo:** Viñedo de 18 años en espaldera. Polígono 6 parcela 505.

**Suelo:** Viñedo plantado en orientación sur a 375 metros sobre el nivel de mar, con suelos pobres, poco profundos y de marcado carácter arcillo-calcáreo.

**Elaboración:** Tras su despalillado, la uva se encuba para que realice la fermentación alcohólica, se tiene 10 días de maceración. Posteriormente se procede al descube y a continuación se da la fermentación maloláctica. Por último, se clarifica con proteína vegetal de guisante y bentonita. Antes de embotellar se filtra por un filtro de placas.

**Crianza:** No tiene.

**Vendimia:** Vendimia manual en cajas de 15 kg durante la tercera semana del mes de Octubre. De estos viñedos se obtiene una producción muy baja de unos 7000 kg por hectárea.

**Cosecha 2016:** Cosecha calificada como Excepcional por el Consejo Regulador de la D.O. Navarra. La vendimia se iniciaba con cierto adelanto y ha transcurrido de manera escalonada, tal y como es tradicional en la D.O. Navarra. En agosto daba el pistoletazo de salida la **Ribera Baja**. Por las características especiales de la Comunidad Foral, provocadas por las diferencias climatológicas y orográficas de las distintas zonas que componen las 11.000 hectáreas del mapa vitivinícola navarro, la campaña se ha prolongado hasta estos días.

El verano en términos generales ha sido seco y caluroso. En concreto, el mes de septiembre ha sido muy propicio para la viña porque ha sido frío, con diferencia de temperatura entre los días y las noches, soleado y con escasas precipitaciones.

**Clima:** De marcada influencia Atlántica, en una zona fresca de Navarra, con inviernos fríos, veranos templados, y otoños suaves y largos. La gran variación de temperatura entre el día y la noche provoca una lenta maduración, lo que resulta muy adecuado para la síntesis de polifenoles y el desarrollo aromático.

## Analítica:

<b>Alcohol:</b>	14,2 % Vol
<b>pH</b>	3,56
<b>Acidez Total</b>	6,3 g/l TH <sub>2</sub>
<b>Acidez volátil</b>	0,35 g/l AcH
<b>Sulfuroso Total</b>	38mg/l
<b>Azúcares residuales</b>	1,8 g/l

**Notas de cata:** Color picota intenso, con ribetes granates y menisco uniforme. Encontramos fruta negra como grosellas y moras. En boca se presenta firme, amplio y gustoso. Buen paso, frutos negros vivos y maduros a la vez.

# BODEGAS LEZAUN NATURAL



Ilustración 26: Vino Lezaun 0.0 Sulfites 2016

**Vino:** Bodegas Lezaun 0.0 Sulfites

**Denominación de origen,** D.O Navarra, Lakar, Valle de Yerri

**Viñedo:** Viticultura ecológica.

**Variedad:** 100% Tempranillo.

**Viñedo:** Viñedo de 22 años en espaldera. Polígono 7 parcela 711.

**Suelo:** Viñedo plantado en orientación sur a 450 metros sobre el nivel de mar, con suelos pobres, poco profundos y de marcado carácter arcillo-calcáreo.

**Elaboración:** Tras su despalillado, la uva se encuba para que realice la fermentación alcohólica, se tiene 10 días de maceración. Posteriormente se procede al descube y a continuación se da la fermentación maloláctica. Por último, se clarifica con proteína vegetal de guisante y bentonita. Antes de embotellar se filtra por un filtro de placas.

**Crianza:** No tiene.

**Vendimia:** Vendimia manual en cajas de 15 kg durante la tercera semana del mes de Octubre. De estos viñedos se obtiene una producción muy baja de unos 7000 kg por hectárea.

**Cosecha 2016:** Cosecha calificada como Excepcional por el Consejo Regulador de la D.O. Navarra. La vendimia se iniciaba con cierto adelanto y ha transcurrido de manera escalonada, tal y como es tradicional en la D.O. Navarra. En agosto daba el pistoletazo de salida la **Ribera Baja**. Por las características especiales de la Comunidad Foral, provocadas por las diferencias climatológicas y orográficas de las distintas zonas que componen las 11.000 hectáreas del mapa vitivinícola navarro, la campaña se ha prolongado hasta estos días. El verano en términos generales ha sido seco y caluroso. En concreto, el mes de septiembre ha sido muy propicio para la viña porque ha sido frío, con diferencia de temperatura entre los días y las noches, soleado y con escasas precipitaciones.

**Clima:** De marcada influencia Atlántica, en una zona fresca de Navarra, con inviernos fríos, veranos templados, y otoños suaves y largos. La gran variación de temperatura entre el día y la noche provoca una lenta maduración, lo que resulta muy adecuado para la síntesis de polifenoles y el desarrollo aromático.

## Analítica:

<b>Alcohol:</b>	14,0 % Vol
<b>pH</b>	3,56
<b>Acidez Total</b>	6,1 g/l TH <sub>2</sub>
<b>Acidez volátil</b>	0,46 g/l Ach
<b>Sulfuroso Total</b>	9,0 mg/l
<b>Azúcares residuales</b>	1,7 g/l

**Notas de cata:** Posee una capa media-alta con un color rojo picota con ribetes azules.

Presenta aromas a manzana roja, monte bajo y uva dulce. Presenta una entrada muy agradable, sedoso cuerpo medio, aparece el regaliz, la fruta y caramelo de cereza en la retronasal.

# BODEGAS AROA TEMPRANILLO 2015



Ilustración 27: Vino AROA  
Tempranillo 2016

**Vino:** Bodegas Aroa, Vino Natural

**Denominación de origen,** D.O. Navarra,; Zurucoain, Navarra. España

**Viñedo:** Viticultura ecológica.

**Variedad:** 100% Tempranillo.

**Viñedo:** Viñedo de 18 años en espaldera

**Suelo:** Viñedo plantado en orientación sur a 550 metros sobre el nivel de mar con suelos pobres, poco profundos y de marcado carácter arcillo-calcáreo.

**Elaboración:** Tras su despalillado, la uva se encuba en depósitos de acero inoxidable de 30.000L donde realiza la fermentación alcohólica. El vino se descuba una vez termina la FOH, se lleva a otro depósito de acero inoxidable donde realiza la FML.

En todo su proceso de elaboración y crianza este vino no ha recibido sulfuroso ni ningún otro aditivo.

**Crianza:** No tiene crianza en madera.

**Vendimia:** Vendimia manual en cajas de 17 kg durante la tercera semana del mes de Octubre. De estos viñedos se obtiene una producción de unos 5000 kg por hectárea.

**Cosecha 2016:** Cosecha calificada como Excepcional por el Consejo Regulador de la D.O. Navarra. La vendimia se iniciaba con cierto adelanto y ha transcurrido de manera escalonada, tal y como es tradicional en la D.O. Navarra. En agosto daba el pistoletazo de salida la **Ribera Baja**. Por las características especiales de la Comunidad Foral, provocadas por las diferencias climatológicas y orográficas de las distintas zonas que componen las 11.000 hectáreas del mapa vitivinícola navarro, la campaña se ha prolongado hasta estos días. El verano en términos generales ha sido seco y caluroso. En concreto, el mes de septiembre ha sido muy propicio para la viña porque ha sido frío, con diferencia de temperatura entre los días y las noches, soleado y con escasas precipitaciones.

**Clima:** De marcada influencia Atlántica, en una zona fresca de Navarra, con inviernos fríos, veranos templados, y otoños suaves y largos. La gran variación de temperatura entre el día y la noche provoca una lenta maduración, lo que resulta muy adecuado para la síntesis de polifenoles y el desarrollo aromático.

## Analítica:

<b>Alcohol:</b>	13,2 % Vol
<b>pH</b>	3,74
<b>Acidez Total</b>	5,21 g/l TH <sub>2</sub>
<b>Acidez volátil</b>	0,54 g/l AcH
<b>Sulfuroso Total</b>	32 mg/l
<b>Azúcares residuales</b>	1,6 g/l

**Notas de cata:** Capa ligera de color púrpura y frambuesa. Las notas florales, de pétalos de rosa, junto a frutas rojas y algunos especiados, van conjugándose, formando un amplio abanico aromático. En boca es un vino elegante, con tanino amable y gran longitud y recorrido, fresco, equilibrado y de gran persistencia.

# BODEGAS AROA NATURAL



**Vino:** Bodegas Aroa, Vino Natural

**Denominación de origen,** D.O. Navarra, Zurucoain, Navarra. España

**Viñedo:** Viticultura ecológica.

**Variedad:** 100% Tempranillo.

**Viñedo:** Viñedo de 18 años en espaldera

**Suelo:** Viñedo plantado en orientación sur a 550 metros sobre el nivel de mar con suelos pobres, poco profundos y de marcado carácter arcillo-calcáreo.

**Elaboración:** Tras su despalillado, la uva se encuba en depósitos de acero inoxidable de 30.000L donde realiza la fermentación alcohólica. El vino se descuba una vez termina la FOH, se lleva a otro depósito de acero inoxidable donde realiza la FML.

En todo su proceso de elaboración y crianza este vino no ha recibido sulfuroso ni ningún otro aditivo.

**Crianza:** No tiene crianza en madera.

**Vendimia:** Vendimia manual en cajas de 17 kg durante la tercera semana del mes de Octubre. De estos viñedos se obtiene una producción de unos 5000 kg por hectárea.

**Cosecha 2016:** Cosecha calificada como Excepcional por el Consejo Regulador de la D.O. Navarra. La vendimia se iniciaba con cierto adelanto y ha transcurrido de manera escalonada, tal y como es tradicional en la D.O. Navarra. En agosto daba el pistoletazo de salida la **Ribera Baja**. Por las características especiales de la Comunidad Foral, provocadas por las diferencias climatológicas y orográficas de las distintas zonas que componen las 11.000 hectáreas del mapa vitivinícola navarro, la campaña se ha prolongado hasta estos días. El verano en términos generales ha sido seco y caluroso. En concreto, el mes de septiembre ha sido muy propicio para la viña porque ha sido frío, con diferencia de temperatura entre los días y las noches, soleado y con escasas precipitaciones.

*Ilustración 28: Vino AROA Tempranillo  
2016 sin Sulfitos*

**Clima:** De marcada influencia Atlántica, en una zona fresca de Navarra, con inviernos fríos, veranos templados, y otoños suaves

y largos. La gran variación de temperatura entre el día y la noche provoca una lenta maduración, lo que resulta muy adecuado para la síntesis de polifenoles y el desarrollo aromático.

## Analítica:

<b>Alcohol:</b>	12,9 % Vol
<b>pH</b>	3,63
<b>Acidez Total</b>	5,21 g/l TH <sub>2</sub>
<b>Acidez volátil</b>	0,58 g/l AcH
<b>Sulfuroso Total</b>	7,6 mg/l
<b>Azúcares residuales</b>	2,54 g/l

**Notas de cata:** Limpio y brillante, en el que dominan unos bonitos tonos frambuesa, sorprendentes para un vino tinto. En nariz es fresco y franco, con una buena intensidad, destacando las notas de moras y las violetas. En boca tiene un ataque de fruta fresca, que delata su procedencia de viñedos en altura. Tiene un paso muy agradable y resulta un vino amable, ligero y muy fácil de beber.



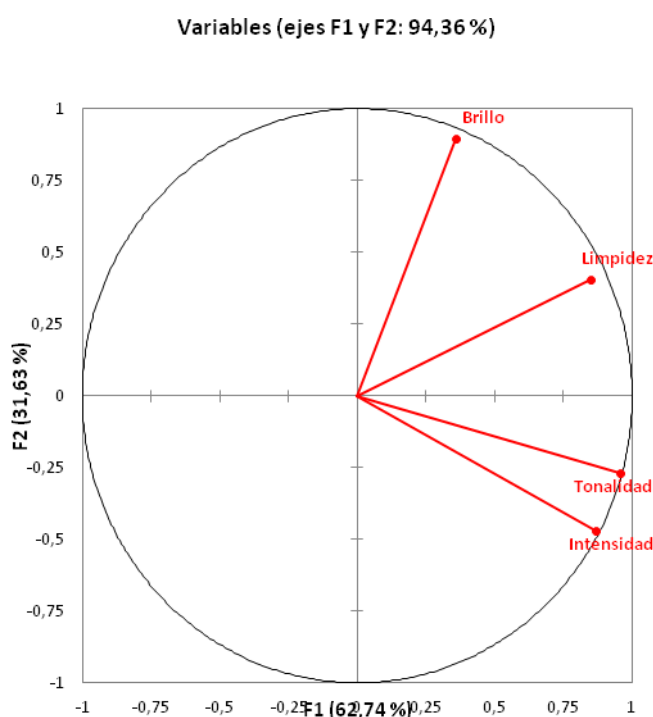
## RESULTADOS

### CATA DESCRIPTIVA

En primer lugar, se comentarán los resultados referidos a la fase descriptiva del análisis sensorial. En todas las fases de la cata descriptiva se han utilizado los ejes factoriales F1 y F2, de los todos los existentes (F1, F2, F3, F4, F5, etc...) para caracterizar a todos los vinos en relación a los descriptores y los atributos sensoriales empleados en cada una de las fases,

### FASE VISUAL

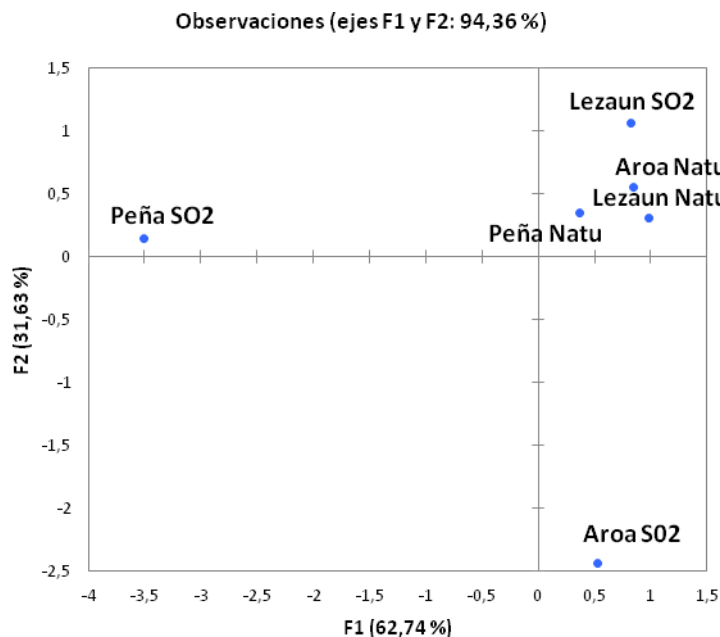
Dentro de los resultados de la fase descriptiva se comentan a continuación los referidos a la fase visual. En estos resultados se han obtenido una explicación de la varianza de un 94,36%, que es un porcentaje bastante alto y satisfactorio para diferenciar bien las muestras frente a la fase visual de la cata. En cuanto a los descriptores utilizados, se puede comentar que todos ellos están cercanos a la periferia del círculo de correlaciones (*Gráfico 1*), esto significa que poseen una correcta caracterización al mantener valores cercanos a la unidad a nivel de longitud y con nivel de correlación elevada según las coordenadas frente a los ejes factoriales. También podemos afirmar como la gran mayoría se encuentran en la parte positiva del eje F1.



*Gráfico 1: Análisis multifactorial ACP de la fase visual*

En lo que se refiere al plano factorial, se puede decir como la gran mayoría de los vinos se encuentran en el cuadrante superior derecho (*Gráfico 2*), al igual que sucede con los atributos utilizados como variables estadísticas en el análisis multifactorial. En este cuadrante se encuentran la mayoría de los atributos visuales, como el brillo y la limpidez. Los

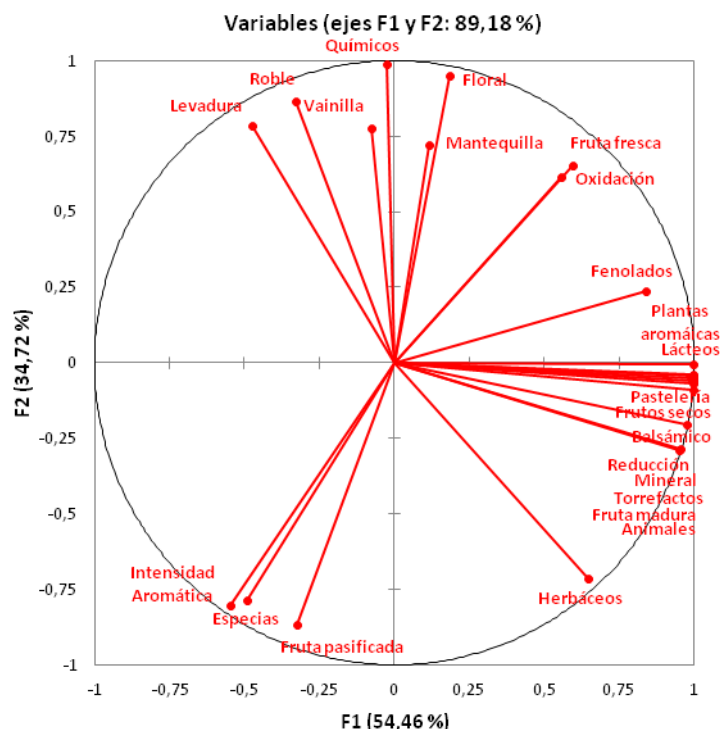
vinos que mejor se caracterizan con estos descriptores serían el Lezaún con SO<sub>2</sub>, el Aroa Natural, el Lezaún Natural y el Peña el Gato Natural. También decir que la muestra Peña el Gato con SO<sub>2</sub> es el que más alejado de este grupo se encuentra, es por ello que se puede afirmar que es el vino menos limpio o que menos se caracteriza con los atributos de brillo, limpidez, tonalidad e intensidad. Por otro lado, el vino Aroa con SO<sub>2</sub> también está alejado del grupo donde están la gran mayoría de vinos, pero este se encuentra más cerca del resto de muestras que el Peña con SO<sub>2</sub>.



*Gráfico 2: Plano factorial ACP referente a la fase visual*

## FASE OLFATIVA

En cuanto a la fase olfativa, se puede afirmar que se han obtenido una explicación de la varianza muy alta, de un 89,18 %, superando el valor mínimo del 60% mínimo para tomar como buenos los datos factoriales de una cata descriptiva. Nuevamente los descriptores utilizados en esta ocasión, vuelven a estar muy cercanos a la periferia del círculo de correlaciones. Como se ha dicho anteriormente, esto es muy positivo de cara a la utilización de estos resultados para hablar de las diferencias entre las muestras analizadas, ya que indican que poseen una correcta caracterización a nivel sensorial olfativo (*Gráfico 3*).



**Gráfico 3:** Análisis multifactorial ACP de la fase olfativa

Es en la parte positiva de los dos ejes factoriales donde se encuentran la gran mayoría de los descriptores olfativos. En el cuadrante superior izquierdo nos encontramos tales como (levadura, roble, vainilla y químicos). En el superior izquierdo se pueden observar los descriptores (floral, mantequilla, fruta fresca, oxidación, fenolados, plantas aromáticas, etc...). En el cuadrante inferior izquierdo se observan los descriptores (Pastelería, frutos secos, balsámicos, reducción, mineral, torrefactos, fruta madura, etc...) y por último, en el cuadrante restante, se encuentran los atributos (intensidad aromática, especias y fruta pasificada).

Al observar la situación de las muestras en el plano factorial (*Gráfico 4*), se debe comentar como existe un grupo de vinos, que son el Peña el Gato Natural, Lezaún Natural, Aroa Natural y el Peña el Gato con SO<sub>2</sub>, que están muy próximos entre sí, concretamente en el cuadrante superior izquierdo. Estas posiciones coinciden con los atributos aromáticos tales como levadura, roble, vainilla, químicos, etc... Añadir además que los vinos sin sulfuroso se encuentran muy próximos entre sí, formando un grupo más homogéneo y consistente entre ellos. Por otro lado, hay dos vinos que están alejados de este grupo, que serían el Aroa con SO<sub>2</sub> y el Lezaún con SO<sub>2</sub>. El primero de ellos se caracteriza con descriptores como fruta pasificada, especias e intensidad aromática. En cambio, el segundo se relaciona más con pastelería, lácteos, torrefactos, frutos secos...

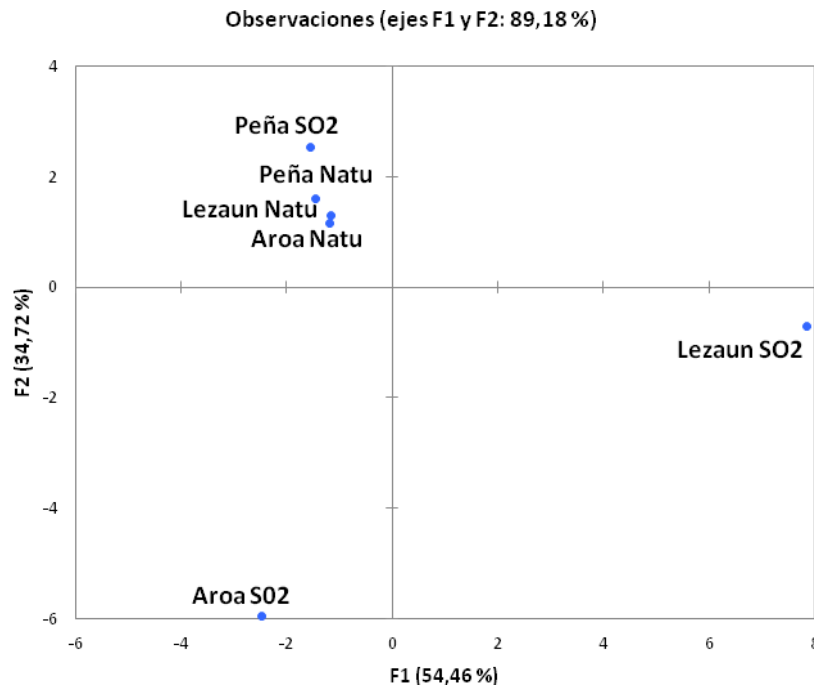


Gráfico 4: Plano factorial ACP referente a la fase olfativa.

Al escoger los ejes F1 y F2, no se han obtenido los resultados esperados o más lógicos. En primer lugar, lo esperado era que los vinos naturales estuvieran más relacionados con atributos más frescos o expresivos, tales como fruta fresca, florales, plantas aromáticas, lácteos... Sin embargo no ha sido así, la gran mayoría han dado perfiles que tienen que ver más con descriptores típicos de vinos evolucionados, tales como roble, vainilla, levadura... Es por ello, que para utilizar otro punto de vista con otra perspectiva, se escogieron los mismos ejes factoriales, pero utilizando solo los atributos olfativos más relacionados con la presencia o ausencia de sulfuroso (*Gráfica 5*). Es en esta situación donde se consigue separar el vino Peña con SO<sub>2</sub> del grupo formado por los tres vinos sin sulfuroso, ahora también caracterizados por los atributos de oxidación, químicos y mantequilla.

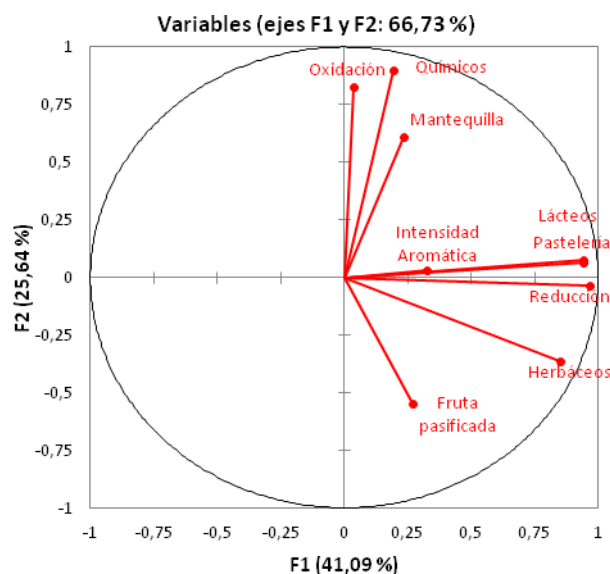


Gráfico 5: Análisis multifactorial ACP de la fase olfativa

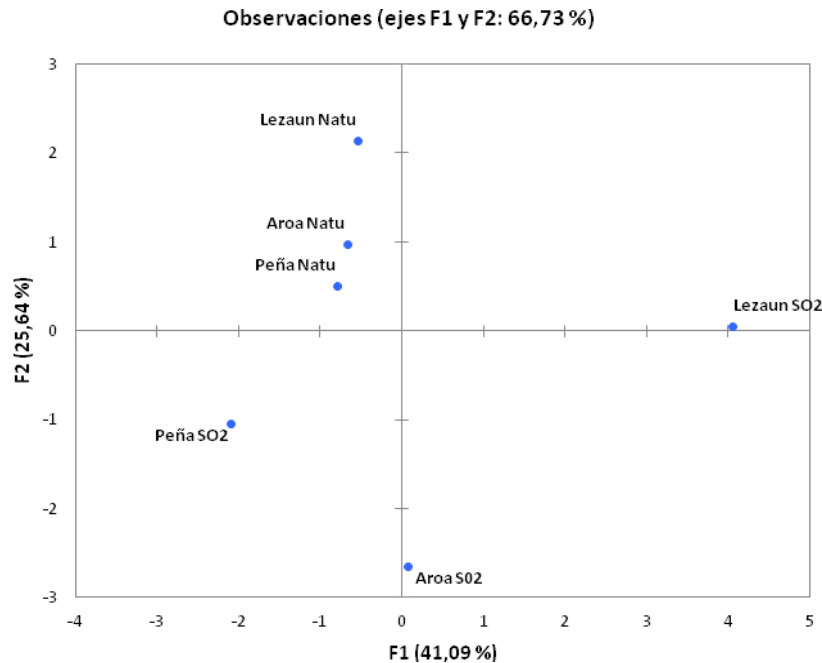
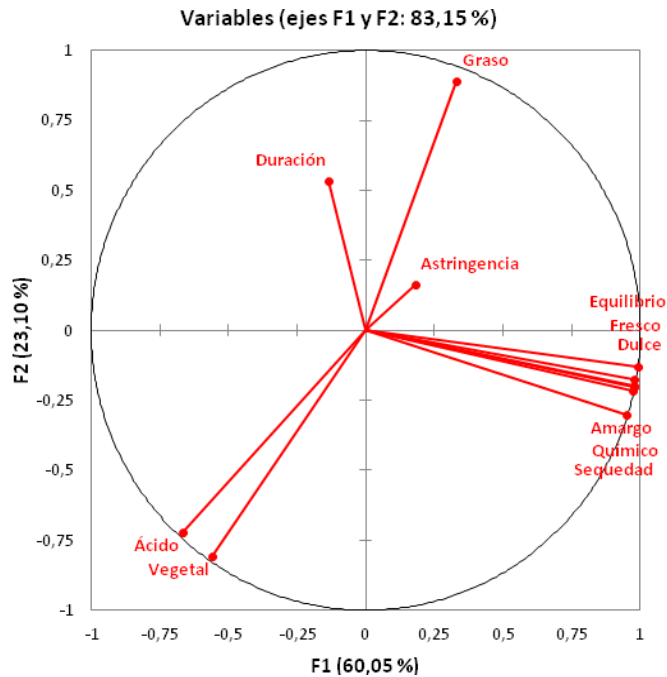


Gráfico 6: Plano factorial ACP referente a la fase olfativa.

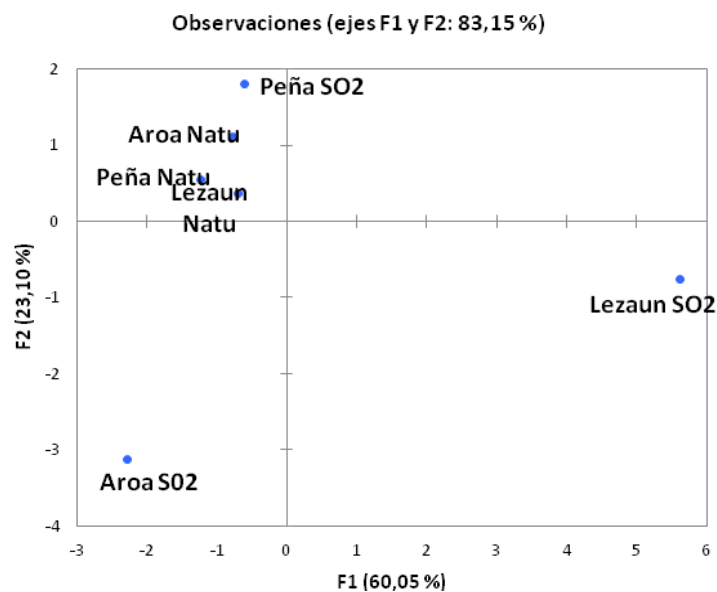
## FASE GUSTATIVA

En cuanto a la fase gustativa, se puede afirmar que los resultados salen bastante parejos a la fase olfativa. En cuanto al tanto de explicación de la varianza, también es elevado, de un 83,15% (*Gráfico 7*). Exceptuando dos atributos duración en boca y astringencia, los demás están muy cerca de la periferia del círculo de correlaciones, por lo que se puede afirmar que poseen una correcta caracterización a la hora de diferenciar las muestras a nivel gustativo.

Si nos centramos en el plano factorial de la fase gustativa (*Gráfico 8*), decir que es muy parecido a los resultados obtenidos en la fase anterior, la olfativa. Nuevamente se encuentran en el cuadrante superior izquierdo las muestras Peña el Gato Natural, Lezaún Natural, Aroa Natural y el Peña el Gato con SO<sub>2</sub>, que están muy próximos entre sí, concretamente situados en el cuadrante superior izquierdo. Estas muestras coinciden con atributos aromáticos tales como levadura, roble, vainilla, químicos... Por otro lado, hay dos vinos que están alejados de este grupo, que serían el Aroa con SO<sub>2</sub> y Lezaún con SO<sub>2</sub>. Resaltar de nuevo como los vinos sin sulfuroso de nuevo se agrupan ente ellos de forma muy próxima, aunque esta vez lo hacen en una zona donde se encuentran atributos gustativos muy positivos, como duración y carácter graso.



**Gráfico 7:** Análisis multifactorial ACP de la fase gustativa



**Gráfico 8:** Plano factorial ACP referente a la fase gustativa.

## FASE RETRONASAL

En cuanto a la fase retronasal, comentar que nuevamente se han obtenido unos resultados muy parejos a los resultantes anteriormente en las fases gustativa y aromática. Se ha obtenido un porcentaje de explicación de la varianza muy elevado, de un 93,29%. En cuanto a la gráfica del análisis multifactorial (*Gráfica 9*), se puede afirmar que todos los descriptores están en los dos cuadrantes superiores.

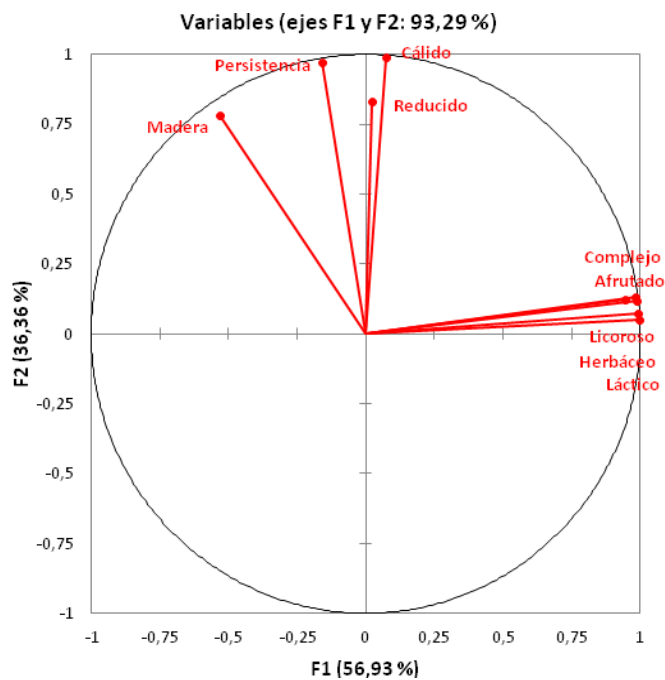


Gráfico 9: Análisis multifactorial de la fase retronasal

En cuanto al análisis visual de la (Gráfica 10), comentar que otra vez se encuentran las muestras Peña el Gato Natural, Lezaún Natural, Aroa Natural en el cuadrante superior izquierdo, junto a la muestra Peña el Gato con SO<sub>2</sub>, que están muy próximos entre si y concretamente en el cuadrante superior izquierdo, caracterizados por los atributos de madera y persistencia en retronasal. Por otra parte, Lezaún SO<sub>2</sub> situado en la parte positiva del eje F1, se asocia a los atributos de complejidad, afrutado, licoroso, herbáceo y láctico. Finalmente Aroa SO<sub>2</sub> se encuentra en una región desértica del grafico en relación a los atributos utilizados en esta fase.

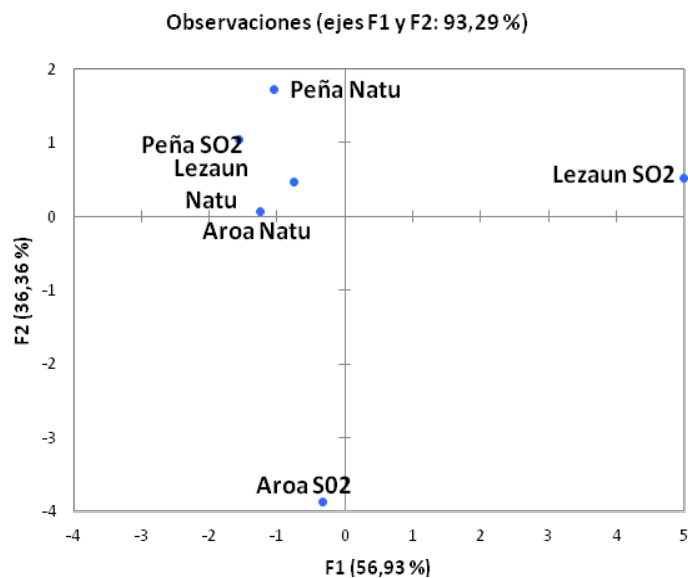


Gráfico 10: Plano factorial ACP referente a la fase retronasal

## CATA TRIANGULAR DE DIFERENCIACIÓN

En cuanto a la cata triangular, en primer lugar se puede afirmar que los resultados fueron satisfactorios a los objetivos perseguidos, ya que dos de los tres vinos fueron capaces de ser distinguidos, tanto el elaborado con SO<sub>2</sub> como el natural para cada una de las parejas sometidas al análisis sensorial. El primero de ellos, el vino Peña el Gato, fue diferenciado con un error o incertidumbre del 0,1% (valor de alfa). Es decir, de los 30 aciertos posibles, obtuvo 25. La segunda pareja, bodegas Lezaún, en cambio obtuvo un índice de respuestas mínimas que permitieron diferenciar los dos vinos con un error del 1%. Es decir, de 30 aciertos posibles, obtuvo 17. Finalmente, los dos vinos de Bodegas Aroa, de 30 aciertos posibles obtuvieron 20, lo que puede admitir unas diferencias con un error del 0,1%.

Por lo tanto, se puede afirmar que los vinos que obtuvieron un porcentaje del 0,1% a nivel de error estadístico, los que está dentro de los límites aceptables en la cata triangular. Esto significa que pueden ser diferenciados con un error del 0,1%, siempre y cuando se utilice un perfil de catadores similares al empleado en el estudio, es decir con un perfil de catadores expertos.

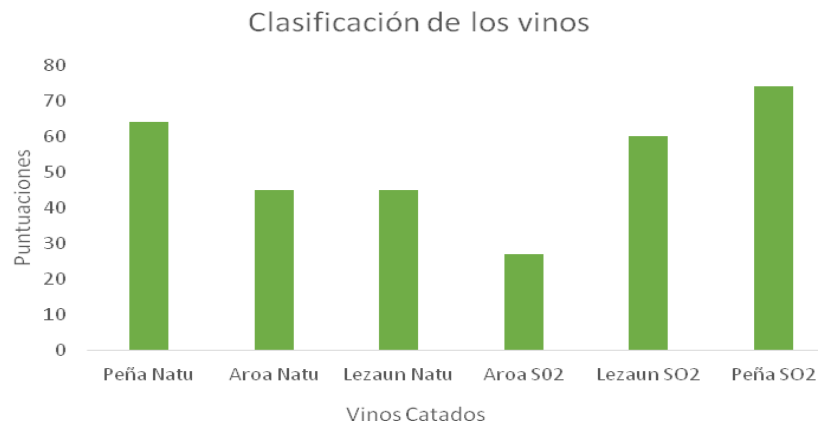
## ORDEN DE PREFERENCIA HEDÓNICA

El resultado de la fase preferencial fue la siguiente. En primer lugar, el vino que más puntuación obtuvo fue Peña el gato con sulfurosos (74 puntos), en segundo lugar, con 64 puntos, se encuentra la muestra Peña el Gato Natural. En tercer lugar se encuentra Lezaún con sulfuroso (60 puntos). Le sigue Aroa natural con 45 puntos y empatado a puntos con el Lezaún Natural. Finalmente Aroa con sulfuroso fue el menos botado (27 puntos).

	Nombre del vino	PTS totales
Vino 1	Peña SO2	74
Vino 2	Peña Natu	64
Vino 3	Lezaun SO2	60
Vino 4	Aroa Natu	45
Vino 5	Lezaun Natu	45
Vino 6	Aroa SO2	27

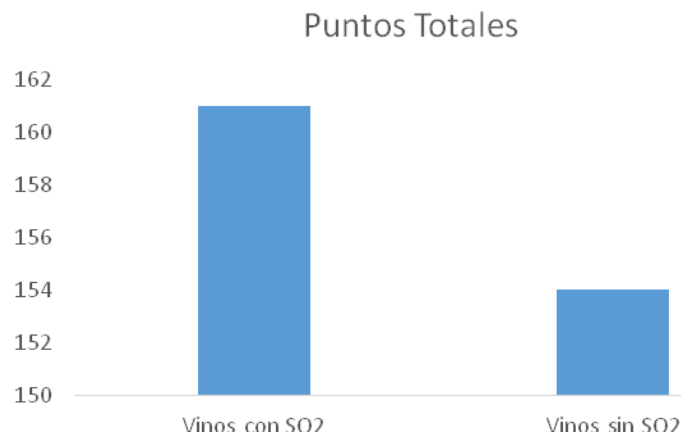
*Tabla 4: Clasificación según preferencia hedónica de los vinos*





**Gráfico 11:** Clasificación hedónica de los vinos

- Puntos totales de vinos con sulfuroso: 161 pts.
- Puntos totales de vinos sin sulfuroso: 154 pts.



**Gráfico 12:** Puntuaciones totales de los vinos

<p align="center"><b>Tabla 1</b> <b>Niveles de significación de la prueba triangular</b></p>											
Número de respuestas	Número mínimo de respuestas necesarias para alcanzar un nivel de significación de			Número de respuestas	Número mínimo de respuestas necesarias para alcanzar un nivel de significación de			Número de respuestas	Número mínimo de respuestas necesarias para alcanzar un nivel de significación de		
	5%	1%	0,1%		5%	1%	0,1%		5%	1%	0,1%
5	4	5	–	37	18	20	22	69	31	33	36
6	5	6	–	38	19	21	23	70	31	34	37
7	5	6	7	39	19	21	23	71	31	34	37
8	6	7	8	40	19	21	24	72	32	34	38
9	6	7	8	41	20	22	24	73	32	35	38
10	7	8	9	42	20	22	25	74	32	35	39
11	7	8	10	43	20	23	25	75	33	36	39
12	8	9	10	44	21	23	26	76	33	36	39
13	8	9	11	45	21	24	26	77	34	36	40
14	9	10	11	46	22	24	27	78	34	37	40
15	9	10	12	47	22	24	27	79	34	37	41
16	9	11	12	48	22	25	27	80	35	38	41
17	10	11	13	49	23	25	28	81	35	38	41
18	10	12	13	50	23	26	28	82	35	38	42
19	11	12	14	51	24	26	29	83	36	39	42
20	11	13	14	52	24	26	29	84	36	39	43
21	12	13	15	53	24	27	30	85	37	40	43
22	12	14	15	54	25	27	30	86	37	40	44
23	12	14	16	55	25	28	30	87	37	40	44
24	13	15	16	56	26	28	31	88	38	41	44
25	13	15	17	57	26	28	31	89	38	41	45
26	14	15	17	58	26	29	32	90	38	42	45
27	14	16	18	59	27	29	32	91	39	42	46
28	15	16	18	60	27	30	33	92	39	42	46
29	15	17	19	61	27	30	33	93	40	43	46
30	15	17	19	62	28	30	33	94	40	43	47
31	16	18	20	63	28	31	34	95	40	44	47
32	16	18	20	64	29	31	34	96	41	44	48
33	17	18	21	65	29	32	35	97	41	44	48
34	17	19	21	66	29	32	35	98	41	45	48
35	17	19	22	67	30	33	36	99	42	45	49
36	18	20	22	68	30	33	36	100	42	46	49

**NOTAS**

- Los valores dados en la tabla han sido calculados a partir de la fórmula exacta de la distribución binomial de parámetro  $p = 1/3$  con  $n$  respuestas.
- Cuando el número de respuestas es superior a 100 ( $n > 100$ ) es necesario utilizar la fórmula siguiente, basada en la aproximación de la distribución binomial a la normal y que proporciona el número real de juicios a obtener con un error como máximo de 1 unidad.  
El número mínimo de respuestas ( $X$ ) es el valor entero más próximo a: 
$$X = 0,4174z \cdot \sqrt{n} + \frac{(2n+3)}{6}$$
 donde  
 $z = 1,64$ , para  $\alpha < 0,05$   
 $z = 2,33$ , para  $\alpha < 0,01$   
 $z = 3,10$ , para  $\alpha < 0,001$

*Tabla 5: Niveles de significación de la prueba triangular.*

## CONCLUSIONES

1. En primer lugar, se debe decir que los resultados obtenidos no fueron los esperados a priori. En cuanto a la cata descriptiva era de esperar que los vinos elaborados sin sulfuroso iban a tener unos descriptores totalmente diferentes a los elaborados con sulfuroso, además de ser más diferentes entre ellos que en el caso de los mismos vinos con sulfuroso, debido al efecto homogeneizador de dicho compuesto. Por un lado, se esperaba que los vinos sin sulfuroso estuviesen más relacionados con descriptores frescos, como fruta fresca, hierbas aromáticas, lácteos etc.... Pero fue justo lo contrario, se relacionan más con aromas evolucionados, tales como roble, vainilla, químicos o levaduras.
2. Estos resultados en la formación de un grupo más homogéneo y con posicionamientos muy cercanos de los vinos sin sulfuroso se han repetido tanto para la fase olfativa como para la gustativa y retronasal.
3. En cuanto a la fase de la cata triangular, se puede afirmar como los catadores fueron capaces de diferenciar perfectamente los vinos elaborados tanto con sulfuroso como sin él. No cabe duda que el sulfuroso ejerce un efecto significativo a nivel sensorial en los vinos donde es empleado.
4. En cuanto a la clasificación hedónica de los vinos, el ganador fue el Peña el Gato. A pesar de que el segundo vino más valorado fue el Peña el Gato Natural, parece que os consumidores prefieren ligeramente los vinos elaborados con sulfuroso, ya que obtuvieron un total de 161 puntos los tres vinos elaborados con sulfuroso, frente a los 154 puntos de los vinos naturales, aunque la diferencia no parece desde luego muy significativa.

## BIBLIOGRAFIA

- Arnaud Imméle. *Les grands vins sans sulfite*. Éditions Vinédia, 2011.
- Tratado de Enología. Riberau - Gayón
- R. B. Boulton, V. L. Singleton, L. F. Bisson, R. E. Kunkee. *Teoría y práctica de la elaboración del vino*. Editorial Acribia, S. A.
- Juan J. Moreno Vígara, Rafael A. Peinado Amores. *Química enológica*. Ediciones A. Madrid Vicente y Ediciones Mundi-Prensa. Año 2010.
- <http://www.so2say.eu/>
- <http://www.freewine.eu/>
- <http://www.lenntech.es/dioxido-de-cloro.htm>
- Eva Navascués López-Cordón. "Aplicación del SO<sub>2</sub> en enología y posibles alternativas".
- Rosa López, Isabel López, Lucía González, Patrocinio Garijo, Teresa Garde, Pilar Santamaría. "Elaboración de vinos tintos con plata coloidal como alternativa al uso del anhídrido sulfuroso". Sección de Viticultura y Enología. Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agroalimentario (CIDA). Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino, ICVV (Gobierno de La Rioja, Universidad de La Rioja y CSIC).
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Oleurope%C3%ADna>
- Carlos Illana-Esteban. "El hongo maitake (*Grifola frondosa*) y su potencial terapéutico". *Revista Iberoamericana de Micología*. 2008. Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Ciencias, Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, Madrid, España.
- Carlos Suárez Martínez. "Polisacáridos en enología. Caso particular de los polisacáridos de la levadura".
- Escot, S.; Feuillat, M.; Dulau, L.; Charpentier, C. "Release of polysaccharides by yeasts and the influence of released polysaccharides on colour stability and wine astringency". 2002.
- Antonio Palacios. "Aromas de reducción en los vinos: tratamientos preventivos y curativos".
- <http://www.coenzima.com/glutatin>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Ciste%C3%ADna>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Estilbeno>
- <http://www.mdzol.com/nota/185900/>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido\\_benzoico](http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_benzoico)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido\\_fum%C3%A1rico](http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_fum%C3%A1rico)
- Ruiz-Larrea, F.; B. Rojo-Bezares; Y. Sáenz; L. Navarro; L. Díez; M. Zarazaga; C. Torres. "Bacteriocinas para la estabilización microbiológica y reducción de la dosis de SO<sub>2</sub>".
- Antonio Palacios; M. Carme Masqué, Silvana V. Romero, Sandra Rico, Xoán Elorduy, Carlos Suárez, Jose María Heras. "Influencia del momento de inoculación de bacterias lácticas en el control de la fermentación maloláctica en vinos de pH elevado. Coinoculación e inoculación secuencial."
- Antonio Tomás Palacios García. "Innovaciones tecnológicas del control biológico en vinificación".
- María Jesús Cejudo Bastante. "Nuevas tecnologías de vinificación basadas en la aplicación del oxígeno y sustitutos del anhídrido sulfuroso". Ediciones de la UCLM. 2010.
- "La irradiación de la luz ultravioleta mejora la conservación del vino". <http://www.lavanguardia.com/20130506/54373842771/luz-ultravioleta-conserva-mejor-vino.html>

- “Surepure. Il controllo della proliferazione microbica”. [www.tebaldi.it](http://www.tebaldi.it)
- Eduardo Puértolas, Ignacio Álvarez y Javier Raso. “Los pulsos eléctricos de alto voltaje: una alternativa para mejorar la extracción fenólica en la elaboración del vino tinto”.
- Piñeiro, Z.; Puertas, B.; Cantos, E. Puértolas, E.; Álvarez, I.; Raso, J. “Aplicación de pulsos electrónicos de alto voltaje (PEAV) para extraer compuestos aromáticos y fenólicos de los hollejos de las uvas”. *Revista “Enólogos”. Suplemento “Investigación y Ciencia”*. Año XIV – Nº 76 – Marzo-Abril 2012 (páginas 44-50).
- “UltraFineWine, envejecimiento del vino con ultrasonidos”. <http://blog.uvinum.es/ultrafinewine-envejecimiento-vino-ultrasonidos-1214472>
- Antonio Tomás Palacios García. “Estudio comparativo de sistemas de desinfección de barricas de vino como alternativas al empleo del sulfuroso”.
- Jean-Michel Desseigne. “Estabilización microbiológica de mostos y vinos. Nuevas tecnologías”. *Revista Enología* Nº3. 2004.
- “Empleo de gases inertes”. *Principio de mantenimiento electromecánico*.
- <http://www.oresteo.com/>
- El uso de la “nieve carbónica” en enología. <http://bacchuswine.wordpress.com/2011/10/22/el-uso-de-la-nieve-carbonica-en-enologia/>
- “La gestione dei gas a basso peso molecolare disciolti nei vini: studio sull’effetto dei trattamenti di cantina nella dissoluzione dell’ossigeno e applicazione della tecnologia a membrana per prevenire l’ossidazione”. [www.tebaldi.it](http://www.tebaldi.it)
- [http://www.agrovin.com/agrv/pdf/enologia/oxigeno/OXIOUT\\_2010.pdf](http://www.agrovin.com/agrv/pdf/enologia/oxigeno/OXIOUT_2010.pdf)

## AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento al Doctor Antonio Tomás Palacios García, por toda su ayuda prestada, sin ella la realización de este trabajo no hubiera sido posible.

También me gustaría agradecer a mis padres y a mi hermana, por estar siempre apoyándome en el estudio de esta metería tan bonita como es la enología.

Por ultimo me gustaría agradecer a todos los compañeros de clase que formaron parte del panel de catadores del trabajo, ya que, sin ellos, tampoco hubiera sido posible la realización del presente estudio.

# ANEJOS

ANÁLISIS DESCRIPTIVO MÉTODO ISO11035									
FECHA									
Nombre del catador									
<div>TIPO</div> <div>Vino Tinto</div>		<div>PUNTUACIÓN</div> <div>Tacha con una X el valor que percibas: 0 equivale a ausencia 5 equivale a intensidad muy alta</div>							
DESCRITOR		DEFINICIÓN DE CONSENSO						Ref:	
ASPECTO O FASE VISUAL									
Tonalidad	De anaranjado a violeta	0	1	2	3	4	5		
Intensidad	Cantidad de color y pigmentación	0	1	2	3	4	5		
Limpidez	Transparencia o grado de claridad. Desde turbio a cristalino	0	1	2	3	4	5		
Brillo	Vivacidad de color	0	1	2	3	4	5		
AROMAS O FASE OLFATIVA									
Intensidad aromática	Grado de intensidad aromática a copa parada	0	1	2	3	4	5		
Herbáceos	Vegetal, espárrago, musgo	0	1	2	3	4	5		
Floral	Flores aromáticas	0	1	2	3	4	5		
Plantas aromáticas	Te, tomillo, romero, labanda, menta	0	1	2	3	4	5		
Fruta fresca	Fresa, ciruela, melocotón, frambuesa, casis	0	1	2	3	4	5		
Fruta madura	Fruta negra, mermelada, compota, gominola	0	1	2	3	4	5		
Fruta pasificada	Pasas, higos secos	0	1	2	3	4	5		
Pastelería	Creoso, crema, natillas, bollería, pastelería	0	1	2	3	4	5		
Mantequilla	Margarina	0	1	2	3	4	5		
Lácteos	Yogurth de frutas, queso fresco, leche	0	1	2	3	4	5		
Vainilla	Canela, coco	0	1	2	3	4	5		
Frutos secos	Avellana, almendras, piñón	0	1	2	3	4	5		
Especias	Clavo, pimienta negra, cedro, tabaco	0	1	2	3	4	5		
Torrefactos	Café, toffe, café molido	0	1	2	3	4	5		
Roble	Madera de roble, ahumados, tostados	0	1	2	3	4	5		
Balsámico	Eucalipto, mentolado, incienso	0	1	2	3	4	5		
Químicos	Medicamento, caucho, neumático, petróleo	0	1	2	3	4	5		
Animales	Aromas de cuero, animal, aromas positivos	0	1	2	3	4	5		
Levadura	Corteza de pan, pan homeado, pan caliente	0	1	2	3	4	5		
Mineral	Pizarra, granito, gema, piedra pomez	0	1	2	3	4	5		
Fenolados	Carácter "Brett", cuadra, establo, sudor de caballo	0	1	2	3	4	5		
Reducción	Cerrado, aroma relacionado con la presencia de sulfuros	0	1	2	3	4	5		
Oxidación	Manzana, acetaldehído, brandy, caramelo	0	1	2	3	4	5		
GUSTO Y TEXTURA									
Dulce	Ataque dulce en boca	0	1	2	3	4	5		
Graso	Glicérico, suave, sedosidad, acuoso, redondo, redondez	0	1	2	3	4	5		
Fresco	Acidez positiva en paladar medio	0	1	2	3	4	5		
Acido	Acidez en exceso	0	1	2	3	4	5		
Amargo	Sensación final amarga de los taninos	0	1	2	3	4	5		
Vegetal	Carácter verde, hierba,	0	1	2	3	4	5		
Químico	Sensaciones químicas en boca	0	1	2	3	4	5		
Astringencia	Sensación táctil de rugosidad y aspereza	0	1	2	3	4	5		
Sequedad	Sensación táctil de sequedad y falta de ensalivación	0	1	2	3	4	5		
Duración	Tiempo con sensaciones gustativas en boca	0	1	2	3	4	5		
Equilibrio	Armonía, entre el dulce, ácido, amargo y astringencia	0	1	2	3	4	5		
RETRONASAL									
Afrutado	Afrutado de cualquier tipo, frutas	0	1	2	3	4	5		
Láctico	Lácteos, leche, yogurth, queso fresco	0	1	2	3	4	5		
Madera	Madera de roble, crianza en barrica	0	1	2	3	4	5		
Licoroso	Recuerdos de brandy, caramelo, abierto	0	1	2	3	4	5		
Reducido	Aromas azufrados en retronasal	0	1	2	3	4	5		
Herbáceo	Recuerdos vegetales y herbáceos	0	1	2	3	4	5		
Cálido	Alcohólico, percepción de calor	0	1	2	3	4	5		
Complejo	Produce muchas percepciones diferenciables	0	1	2	3	4	5		
Persistencia	Duración en el tiempo de la percepción retronasal	0	1	2	3	4	5		
Firma del catador:									

<b>Nombre del catador:</b>																																																																																																																																			
<b>Sexo (M/F):</b>		<b>Edad:</b>																																																																																																																																	
<b>Fecha de la evaluación:</b>																																																																																																																																			
<b>Tipo de prueba: triangular olfativa</b>																																																																																																																																			
1. FASE CATA TRIANGULAR: Dos de las tres muestras de cada puesto de cata presentadas son idénticas. Por favor, cate las muestras de izquierda a derecha y marque con un círculo el código de aquella muestra que le parezca diferente.																																																																																																																																			
2. FASE DE PREFERENCIA HEDONICA: A continuación elija el vino que prefiere sensorialmente de los dos catados.																																																																																																																																			
3. Si tiene alguna observación, puede añadirla al final de la ficha de cata.																																																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Bodega 1</th> <th colspan="4">Bodega 2</th> </tr> <tr> <th>Puesto</th> <th>Copa</th> <th>Copa</th> <th>Copa</th> <th>Puesto</th> <th>Copa</th> <th>Copa</th> <th>Copa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>245</td> <td>889</td> <td>273</td> <td>7</td> <td>347</td> <td>528</td> <td>159</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>557</td> <td>404</td> <td>272</td> <td>8</td> <td>400</td> <td>343</td> <td>455</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>642</td> <td>204</td> <td>605</td> <td>9</td> <td>787</td> <td>527</td> <td>425</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>730</td> <td>273</td> <td>393</td> <td>10</td> <td>173</td> <td>110</td> <td>137</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>456</td> <td>708</td> <td>763</td> <td>11</td> <td>754</td> <td>369</td> <td>567</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>759</td> <td>493</td> <td>238</td> <td>12</td> <td>998</td> <td>609</td> <td>706</td> </tr> <tr> <th colspan="4">Bodega 3</th> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <th>Puesto</th> <th>Copa</th> <th>Copa</th> <th>Copa</th> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>857</td> <td>746</td> <td>962</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>989</td> <td>958</td> <td>337</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>508</td> <td>649</td> <td>535</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>332</td> <td>214</td> <td>630</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>756</td> <td>804</td> <td>237</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>357</td> <td>159</td> <td>407</td> <td colspan="4"></td> </tr> </tbody> </table>				Bodega 1				Bodega 2				Puesto	Copa	Copa	Copa	Puesto	Copa	Copa	Copa	1	245	889	273	7	347	528	159	2	557	404	272	8	400	343	455	3	642	204	605	9	787	527	425	4	730	273	393	10	173	110	137	5	456	708	763	11	754	369	567	6	759	493	238	12	998	609	706	Bodega 3								Puesto	Copa	Copa	Copa					13	857	746	962					14	989	958	337					15	508	649	535					16	332	214	630					17	756	804	237					18	357	159	407				
Bodega 1				Bodega 2																																																																																																																															
Puesto	Copa	Copa	Copa	Puesto	Copa	Copa	Copa																																																																																																																												
1	245	889	273	7	347	528	159																																																																																																																												
2	557	404	272	8	400	343	455																																																																																																																												
3	642	204	605	9	787	527	425																																																																																																																												
4	730	273	393	10	173	110	137																																																																																																																												
5	456	708	763	11	754	369	567																																																																																																																												
6	759	493	238	12	998	609	706																																																																																																																												
Bodega 3																																																																																																																																			
Puesto	Copa	Copa	Copa																																																																																																																																
13	857	746	962																																																																																																																																
14	989	958	337																																																																																																																																
15	508	649	535																																																																																																																																
16	332	214	630																																																																																																																																
17	756	804	237																																																																																																																																
18	357	159	407																																																																																																																																
<b>Observaciones:</b>																																																																																																																																			
<b>Firma:</b>																																																																																																																																			